



O USO DE CAPACITORES PARA O ENSINO DE FÍSICA UTILIZANDO MATERIAIS ALTERNATIVOS

FERNANDO CEZAR RIVAROLA RAMIREZ

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

Orientadora: Prof. Dra. Esperanza Lucila
Hernández Angulo

Rio Branco - AC
Agosto, 2022

O USO DE CAPACITORES PARA O ENSINO DE FÍSICA UTILIZANDO MATERIAIS ALTERNATIVOS

FERNANDO CEZAR RIVAROLA RAMIREZ

Orientadora

Profa. Dra. Esperanza Lucila Hernández Angulo

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Acre no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

Dr. Nome do Membro da Banca

Dr. Nome do Membro da Banca

Dr. Nome do Membro da Banca

Rio Branco - Acre
Agosto, 2022

FICHA CATALOGRÁFICA

--

Dedico esta dissertação a todos.

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela oportunidade da vida e viver de maneira feliz contemplando a toda misteriosa e magnífica natureza.

Agradeço a minha companheira Alcicléia S. Valente que nesses últimos anos realizou nosso maior sonho e objetivo como casal, trouxe à luz nosso filho Hugo

A todos da minha família, que sempre me apoiaram em minhas lutas diárias, em especial a minha mãe Maria de Lourdes R. Ramirez e meus irmãos.

Agradeço a todos meus professores, destacando a Professora Dra. Esperanza, minha orientadora e desde a graduação uma grande inspiração do ensino.

Agradeço à CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

Aos meus amigos de trabalho que me ajudaram a tornar possível a gestão de tempo para estudar e manter a rotina de trabalho.

RESUMO

Este texto resulta de uma pesquisa que tem como objetivo a elaboração de um produto educacional (**O USO DE CAPACITORES PARA O ENSINO DE FÍSICA UTILIZANDO MATERIAIS ALTERNATIVOS**) através de uma sequência didática que oriente a prática pedagógica de professores de física no Ensino Médio. Trata-se de uma pesquisa qualitativa realizada nas turmas de terceiro ano da escola José Ribamar Batista – EJORB. Para a elaboração e aplicação desta sequência didática utilizamos como principais aspectos teóricos e metodológicos as obras de SASSERON E MACHADO (2017) no que diz respeito aos eixos estruturantes da alfabetização científica, a nova Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018) com as competências da área de ciências da natureza, e, ZABALA (1998) sobre as orientações de como criar uma sequência que seja coerente e mantenha as ligações das informações para que o aluno perceba e aproprie-se da noção de pensamento científico. Na aplicação de nossas aulas apresentamos os conteúdos da física afim de desenvolver as habilidades que são sugeridas para a área de Ciências da Natureza no ensino médio, baseados no método de ensino por investigação, no laboratório de ciências. O enfoque foi no experimento de carga e descarga de capacitores, um experimento que utiliza capacitores de carga relativamente alta e que podem proporcionar efeitos com lâmpadas e situações de curto-circuito que visam chamar a atenção do aluno e aguçar sua curiosidade. A partir de nossas análises podemos afirmar que experimento realizado é expositivo, mas pode e deve ser manuseado pelos alunos com supervisão do professor para tirarem suas dúvidas quanto aos questionamentos que surgirem ao longo da aula. Na devolutiva dessas aulas buscamos identificar os indicadores de alfabetização científica, observando se as anotações e esquemas que foram feitos pelos alunos, relacionam-se com os referidos indicadores. Para obter o resultado esperado ordenamos as atividades de tal maneira que, através da apresentação do experimento, o aluno possa perceber a construção do pensamento científico questionando sobre a finalidade do experimento, observando o seu funcionamento e então apresentem as possibilidades de realizar testes diferentes, a partir da elaboração de hipóteses. Dessa maneira, analisamos que os indicadores de alfabetização científica presentes nas respostas dos alunos podem ser percebidos na forma como eles organizaram as suas ideias para estudar, servindo de orientação para novas situações em que se deparem com um problema que requer uma análise para desenvolver opinião ou realizar uma proposta de intervenção. Nesta perspectiva destacamos que trabalhar a alfabetização científica na abordagem dos conteúdos pode proporcionar situações de aprendizagem em que o aluno consiga montar esquemas de estudos que o leve a aprender e aplicar o que aprendeu em situações reais do seu cotidiano.

Palavras-chave: Ensino de Física, alfabetização científica, capacitores

ABSTRACT

This text is the result of a research that aims to develop an educational product (USO CAPACITORS FOR THE TEACHING OF PHYSICS USING ALTERNATIVE MATERIALS) through a didactic sequence that guides the pedagogical practice of physics teachers in High School. This is a qualitative research carried out in the third year classes of the José Ribamar Batista school - EJORB. For the elaboration and application of this didactic sequence, we used as main theoretical and methodological aspects the works of SASSERON AND MACHADO (2017) with regard to the structuring axes of scientific literacy, the new National Common Curricular Base - BNCC (BRASIL, 2018) with the competences in the area of natural sciences, and, ZABALA (1998) on the guidelines of how to create a sequence that is coherent and maintains the connections of the information so that the student understands and takes ownership of the notion of scientific thinking. In the application of our classes, we present the contents of physics in order to develop the skills that are suggested for the area of Natural Sciences in high school, based on the method of teaching by investigation, in the science laboratory. The focus was on the capacitor charge and discharge experiment, an experiment that uses relatively high charge capacitors that can provide effects with light bulbs and short-circuit situations that aim to draw the student's attention and sharpen their curiosity. From our analysis we can say that the experiment carried out is expository, but it can and should be handled by the students with the teacher's supervision to clear up their doubts about the questions that arise during the class. In the feedback from these classes, we sought to identify the indicators of scientific literacy, observing whether the notes and diagrams that were made by the students are related to these indicators. In order to obtain the expected result, we ordered the activities in such a way that, through the presentation of the experiment, the student can perceive the construction of scientific thinking, questioning the purpose of the experiment, observing its operation and then presenting the possibilities of performing different tests, the from the elaboration of hypotheses. In this way, we analyzed that the indicators of scientific literacy present in the students' answers can be perceived in the way they organized their ideas to study, serving as a guide for new situations in which they come across a problem that requires an analysis to develop an opinion or make an intervention proposal. In this perspective, we emphasize that working on scientific literacy in the approach to content can provide learning situations in which the student can set up study schemes that lead him to learn and apply what he has learned in real situations of his daily life.

Keywords: Physics education scientific literacy, capacitors, Teaching Physics

Rio Branco – Acre
Agosto / 2022

Sumário

INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
1.1 Um estudo sobre a Alfabetização Científica	13
1.1.2 O que é Alfabetização Científica.....	17
1.1.3 E a Alfabetização Científica nas aulas de Física	18
1.2 Competências e Habilidades a serem desenvolvidas	26
1.3 A relevância no desenvolvimento da sequência didática	35
CAPÍTULO 2. CONTEÚDO DA FÍSICA A SER DESENVOLVIDO	40
2.1 Campo elétrico	40
2.2 Fluxo elétrico.....	41
2.3 Lei de Gauss	42
2.4 Superfícies equipotenciais.....	44
2.5 Definição para capacitores e unidade de medida	45
2.6 Funcionamento de um capacitor de placas planas	45
2.6.1 Capacitor de Placas Paralelas	49
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA	51
3.1 Tipo de pesquisa desenvolvida: Qualitativa.....	51
3.2 Sequência didática	56
CAPÍTULO 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
Apêndice A	102
Produto educacional.....	102

INTRODUÇÃO

Este trabalho surge como resultado das ações de um professor do ensino médio que busca encontrar meios de tornar aulas de física mais agradáveis e produtivas procurando desenvolver atividades que facilitem o trabalho por parte do professor e a aprendizagem por parte do aluno. O perfil do autor deste trabalho é de um ex-aluno do ensino médio dos anos 90 que retornou à sala de aula como professor após 16 anos fora da escola e encontrou uma realidade diferente daquela que estava habituado como aluno. Essa situação proporcionou uma reflexão entre a maneira como aprendeu física e como pode ensinar física nesse novo momento da escola.

Como resultado dessa reflexão a intenção é proporcionar o ensino de física pensando da maneira que um aluno que precisa aprender, deixando de lado a posição do professor que domina o conteúdo e considera tudo simples e passar a acompanhar o ritmo do processo de aprendizagem verificando continuamente como o aluno corresponde às dinâmicas apresentadas nas aulas. Uma das ações que realizamos para poder observar e acompanhar o ritmo de aprendizagem dos alunos foi sugerir uma construção com característica autodidata que instrui os alunos a refazer, ou reescrever os conceitos, utilizando uma linguagem própria do estudante e comum ao seu linguajar, com significados mais pessoais, para tentar entender os conteúdos. Os cursos à distância (cursos por correspondências dos anos 90) eram desenvolvidos com mais detalhes do que os livros didáticos das escolas, para que se pudesse estudar com mais independência e buscar aprender os conteúdos sempre reescrevendo os conceitos com as próprias palavras para ajudar na compreensão e memorização, sendo necessário estudar com compromisso e fidelidade ao processo de aprender. No reencontro com a sala de aula, na função de professor, apresentamos e propomos a ideia de que o aluno deve interagir com o material didático e compará-lo com a explicação do professor de maneira que possa obter sempre uma interpretação mais pessoal dos conceitos ensinados. Dessa maneira, buscamos elaborar aulas com dinâmicas práticas e comparações das teorias com as aplicações reais e cotidianas dos conceitos para que o aluno possa interagir de alguma maneira e assim melhorar as aulas de física, evitando formar as aulas com caracterização muito tradicionais, magistrais e conteudistas, como o modelo de aula ao qual Antunes (2010) definiu como uma aula na qual deveria prevalecer silêncio, imobilidade do aluno e o saber do professor, com a transmissão do conteúdo de maneira pré-organizada do mestre para o estudante, sendo o bom professor o que mais sabe e não necessariamente o que melhor ensina.

Uma aula elaborada com a expectativa de aumentar a participação do aluno é uma tentativa de modificar as dinâmicas nas aulas de física, que se utiliza apenas do quadro e livro didático, buscando apresentar situações práticas das aplicações dos conceitos e fenômenos físicos a serem ensinados e em seguida retornar aos fundamentos necessários para compreender e aplicar a física em situações externas a escola, de acordo as orientações dos parâmetros curriculares nacionais, PCN+, (BRASIL, 2002, p.59). Como resultado dessa abordagem temos uma aula desenvolvida para turmas de uma escola da rede pública do estado, que apresenta algumas limitações em termos materiais para execução de aulas de práticas experimentais, mesmo que apenas expositivas. Essa limitação de recursos no laboratório estimula e até mesmo obriga o professor a encontrar alternativas para desenvolver aulas diferenciadas, ou seja, criar com materiais acessíveis produtos que possam melhorar a dinâmica da aula, otimizando o seu trabalho pedagógico.

Ao estudar os conceitos da alfabetização Científica na obra “Alfabetização Científica na Prática: Inovando a forma de Ensinar Física” (Sasseron e Machado, 2017) da coleção Professor Inovador, encontramos semelhanças nas metodologias sugeridas no referido livro e algumas das aulas ministradas que antecederam a este trabalho, no que diz respeito a buscar mais interação com os alunos utilizando aulas práticas no laboratório que introduzam conceitos da física, o que nos motiva a direcionar a organização das aulas com base nos eixos estruturantes da alfabetização científica que consistem:

- A compreensão de termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais;
- A compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática;
- A Entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (Sasseron, 2008).

Dessa maneira, a alfabetização científica surgiu como fundamentação teórica para justificar as ações pedagógicas em nosso trabalho, que consiste em procurarmos evidenciar que existem relações entre o que os alunos produzem diante das aulas fundamentadas com a alfabetização científica e responder ao problema: quais indicadores de alfabetização científica aparecem e podem ser identificados no processo de estudo dos alunos diante das aulas de laboratório expositivo de carga e descarga de capacitores?

Essa fundamentação surge como possibilidade de construir uma base pedagógica que justifique as ações praticadas tornando-as um material didático possível de ser replicado. Para poder realizar uma melhoria no material que foi produzido de maneira improvisada em algumas aulas para um material didático com fundamentação, realizamos

um estudo sobre a obra de Sasseron e Machado (2017) e uma pesquisa em algumas publicações no site google acadêmico e portal de periódicos da CAPES que abordaram o tema alfabetização científica aplicada aos conteúdos de ciências e a prática pedagógica dos professores de física do ensino médio.

Como objetivo geral vamos elaborar um produto educacional direcionado para professores de física do ensino médio que consiste em uma sequência didática para a construção e uso de um experimento de carga e descarga de capacitores que possa oportunizar a investigação por parte dos alunos e a observação do professor sobre quais indicadores de alfabetização científica (Sasseron, 2008) podem surgir diante dessa aula com laboratório expositivo (Sasseron e Machado, 2017).

Como objetivos específicos temos:

1. Elaborar uma sequência didática a partir dos eixos estruturantes da alfabetização científica
2. Montar um experimento para mostrar a carga e descarga de capacitores.
3. Elaborar um produto educacional direcionado para professores de Física do ensino médio.
4. Aplicar o produto educacional em turmas do terceiro ano de ensino médio.
5. Analisar se os indicadores de alfabetização científica aparecem no desenvolvimento dos alunos como resultados.
6. Relatar a experiência didática vivenciada.
7. Disponibilizar de forma gratuita o produto educacional gerado na plataforma EduCapes.

Este trabalho apresenta no capítulo 1, Fundamentação Teórica, um estudo sobre a alfabetização científica e sua base teórica, uma análise sobre as habilidades e competências a serem desenvolvidas de acordo com a nova Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) e que vamos abreviar como BNCC, no Currículo de Referência Único do Acre (ACRE, 2021) e na matriz de competências e habilidades do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM (BRASIL, 2009a). Além disso, abordamos a questão sobre a relevância da construção e desenvolvimento de uma sequência didática como instrumento norteador e referencial para aperfeiçoamento de material didático do professor, baseado na obra de Zabala (1998).

No capítulo 2, Conteúdos de física, tratamos sobre os conteúdos de física a serem abordados: um estudo dos conceitos de eletrostática para compreensão do funcionamento dos capacitores.

No capítulo 3, Metodologia, apresentamos os detalhes referentes à pesquisa desenvolvida, sua característica e perfil da escola onde foi aplicada a sequência didática. Em seguida será detalhado a construção do produto educacional, a sequência didática com os detalhes sobre a construção do carregador, onde obtemos os capacitores que utilizamos para reproduzir efeitos de carga e descarga.

No capítulo 4, Resultados e Discussões, analisamos os resultados obtidos a partir dos dados levantados na observação e aplicação de questionário feita pelo professor e o material fotográfico das anotações feitas a partir das observações por parte dos alunos, e avaliamos como a aplicação do experimento motivou o surgimento dos indicadores de alfabetização científica nos alunos contribuindo para o processo de ensino aprendizagem de conteúdos de física em uma turma do ensino médio de uma escola pública no estado do Acre.

Após as referências apresentadas no trabalho, temos no apêndice A uma apresentação do experimento e o produto educacional sugerido. Trata-se da montagem de um circuito que possibilita a carga e a descarga de capacitores através de lâmpadas que proporcionam um efeito visual que pode instigar o aluno a realizar questionamentos, servindo de motivador para que o ensino por investigação possa acontecer, pode ser usado para diversas explicações expositivas sobre conteúdo da área da eletrostática até a eletrodinâmica.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Um estudo sobre a Alfabetização Científica

Ao estudar a obra de Sasseron e Machado (2017) percebemos que o ensino de física pode ser trabalhado de maneira dinâmica ao aplicar os conceitos da alfabetização científica como resultados a serem trabalhados nos alunos através de indicadores de alfabetização científica que podem ser estimulados a aparecerem no processo de estudo dos alunos e também podemos aplicar as metodologias sugeridas pelos autores como recursos para apresentar uma dinâmica inovadora e acessível de acordo com a realidade encontrada por um professor, como por exemplo, o ensino por investigação com a demonstração investigativa e o laboratório investigativo, ou questões como o problema aberto e a leitura investigativa para que o aluno interaja com o material didático que estiver disponível. Ao pesquisar no google acadêmico sobre temas relacionados a alfabetização científica percebemos que a intenção de agregar significado ao que se estuda em ciências e buscar somar à aprendizagem o pensamento crítico através do ensino por investigação são temas recorrentes nos trabalhos publicados, como artigos e dissertações, da mesma maneira a preocupação em incrementar metodologias ativas que possam permitir maior interação do aluno com os conteúdos e dessa maneira contrariar a aula com o conceito de educação bancária de Freire (1974), que acontece algumas vezes no ensino de ciências pelo fato do aluno não possuir conhecimento prévio e acabar por receber muitas informações construindo ou tentando absolver conceitos sem base anterior.

Uma dificuldade encontrada por nós professores de física que atuamos no ensino médio atualmente está em relacionar os conteúdos sugeridos, que tem como principal objetivo auxiliar o aluno e resolver questões que apareçam em exames externos a escola, como o Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM, com a necessidade de atender habilidades sugeridas na nova Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018), essa é a uma situação discutida e apresentada dada por cinco professores que busquei informações durante a execução desse trabalho. Mesmo antes da nova BNCC temos uma relação entre o perfil do aluno que está no ensino médio e a complexidade de conteúdos da física que necessita de ajustes, pois ao realizar avaliação diagnóstica das turmas no início do ensino médio percebe-se que existe dificuldade em leitura, interpretação textual e operações matemáticas básicas, motivando a aplicação de metodologias em que possamos estimular o aluno a desenvolver interesse pelos estudos

de ciências, superando suas dificuldades em outras áreas de conhecimento. Para isso, precisamos analisar a situação do ensino de ciências, no caso a física, para buscarmos encontrar esses meios para criar essa motivação. Sasseron e Machado (2017) apresentam o termo em que o conhecimento científico possa ser apresentado como uma possibilidade de extasiar aqueles que interagem com ele, assim como outras áreas de conhecimento como a arte, literatura e a música. A maneira como a ciência é estruturada e apresentada parece algo pronto, embora seja, de fato, resultado de interação social, cultural e histórica desenvolvida ao longo de anos. Assim, para que a ciência seja apresentada além de algo produzido pela comunidade científica, o conhecimento deve ser mostrado em seu contexto de desenvolvimento, ou seja, como ele surge e é formado, destacando a prática científica e os aspectos sociais e culturais, sua organização e a maneira como impacta a nossa vida (Sasseron e Machado, 2017). Quando analisamos essa afirmação, podemos entender que essa maneira de apresentar a ciência é muito lógica, porém difere do ensino que se apresenta pronto, com fórmulas, enunciados e leis de maneira racional. Os fatores práticos, ou dificuldades do cotidiano do trabalho docente, aparecem como justificativa para não abordar de maneira interativa e contextualizada os conteúdos de física, embora pareça fazer muito sentido verificar os motivos que levam ao surgimento do conhecimento científico, as vezes parecendo que são lógicos e intrínsecos aos fatos, transformando o ensino de ciências algo mecanizado e sistemático, sendo uma simples transmissão do conhecimento em mais uma situação da educação bancária, não promovendo acesso a construção do conhecimento científico ou ocasiões para debater relações entre conhecimentos de Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente que são citadas como relações CTSA, que trata-se de uma abordagem em que se busca integrar a educação científica, tecnológica e social com os aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (LOPES e CEREZO, 1996).

Em relação ao problema do ensino dos conteúdos tradicionais, Sasseron e Machado afirmam que

O que se ensina na escola precisa, pois, ser repensado. Não só ensinar conceitos e noções científicas que fazem parte do rol de temas abordados em aulas de Ciências, mas também ensinar sobre ciências, que se torna tarefa do professor. Descortina-se assim uma extensa gama de possibilidades: ensinar sobre ciências demanda um trabalho com aspectos históricos e filosóficos das Ciências e com práticas científicas. Chegamos assim à proposição de que ensinar Ciências deve ser uma atividade que permita aos alunos fazerem uso das ideias científicas em outros contextos. (SASSERON; MACHADO, 2017, p.9)

Assim, a responsabilidade de conduzir a aula de uma maneira diferenciada é do professor, ao definir sua sequência didática com dinâmicas que possam apresentar ao aluno maiores aplicabilidades do que se é estudado, além de buscar que os conteúdos ofertados nas aulas de física possam auxiliar o aluno a desenvolver um pensamento crítico e organizado para aplicação de processos que ajudem na resolução de problemas no seu cotidiano. De acordo com o que sugere a BNCC (BRASIL, 2018), é importante que seja oportunizado aos alunos condições de adquirirem conhecimentos necessários para desenvolverem as competências gerais e atingirem as dimensões do conhecimento nos objetivos conceituais (saber sobre a prática), procedimentais (saber fazer) e atitudinais (Saber ser e conviver), conhecimentos esses que são as chamadas habilidades. Ainda de acordo com Sasseron e Machado (2017), um dos propósitos da escola é construir pontes entre a Ciência e o mundo que o aluno vive, sendo o professor o responsável pela construção dessa ponte.

A construção do conhecimento científico se apresenta diferente da maneira como realmente ele é construído. Uma separação entre teoria e prática, sem contextualização, acumulativa e linear (Gil Pérez *et al.*, 2001; Praia *et al.*, 2007). Sasseron e Machado (2017) propõem que para superar problemas como esse, existe a necessidade de ensinar a física de maneira que aborde além dos conceitos físicos, os aspectos da natureza das ciências.

Algumas perguntas que surgem partindo dos alunos no ambiente de sala de aula em que já trabalhamos é sobre por que se estuda física? Onde eu usaria isso em minha vida? Essa situação aparece devido uma falta de ligação entre os assuntos apresentados e suas aplicações práticas, atendendo a necessidade de apenas expor conteúdos, aplicar fórmulas e realizar cálculos. Esses questionamentos constituem dados que aparecem em consulta a cinco professores de física que trabalham na rede de ensino da cidade de Rio Branco – Acre, que na atualidade, até buscam metodologias que inovem a maneira de ensinar física, mas por vezes, aparece como novidade, mas com objetivos iguais, resultando em cálculos e fórmulas. Os experimentos práticos aparecem como um atrativo, mas a construção de relatórios com aplicações de fórmulas, terminam por igualar o resultado das aulas. Para poder adequar uma situação menos mecanizada e reproduzida de maneira sempre igual, é necessário primeiramente conhecer as características da turma onde vai ser dada a aula, os seus aspectos culturais e sociais emocionais, resumidamente, entrar em concordância com a realidade da turma. Em se tratando da situação do Brasil, Sasseron e Machado afirma:

Os estudantes devem, por exemplo, concluir o Ensino Médio possuindo noções das Ciências que permitam a eles tomar decisões conscientes sobre problemas de seu dia a dia. Ou seja, devem ser fornecidas oportunidades para o desenvolvimento de uma racionalidade crítica por meio da qual, além da importância dos conceitos e das teorias científicas, também seja reconhecida e considerada a possibilidade de eles resolverem problemas e argumentarem sobre o posicionamento que construíram. (SASSERON; MACHADO, 2017, p.11).

Deseja-se então que o aluno ao desenvolver as habilidades ligadas a racionalidade crítica possa participar de decisões e discussões em torno de situações problema do seu cotidiano utilizando-se do que aprende na escola, ou os métodos que ajudam a construir o conhecimento científico na escola, para encontrar solução para essas situações problemas.

Os argumentos apresentados até aqui formam um conjunto de ideias resumidas e que se apoiam no que Sasseron e Machado (2017) apresentam para proporem a Alfabetização Científica como objetivo do ensino das disciplinas científicas na escola. Da mesma maneira buscamos justificar a necessidade de compreender como os conteúdos de ciências, no caso a física, é apresentado no ensino médio, analisando a realidade da escola conhecida pelo professor, os objetivos do ensino e as metas que se pode alcançar. Ao apresentar a experiência que temos em sala de aula e os recursos que utilizamos diante das limitações de tempo e material didático para desenvolver as aulas, acabamos por utilizar de métodos que esperamos que possam melhorar a aula em alguns pontos: tanto para reduzirmos nosso trabalho em sala de aula, como na melhoria na dinâmica em que desejamos envolver o aluno em uma aula que seja atrativa, interessante e em que ele possa aprender os conteúdos e usar os métodos ensinados. Assim a estrutura da aula passa por todos os argumentos apresentados até aqui, podendo igualmente ter como objetivos alcançar a aprendizagem do conteúdo de física e, passando pelas mesmas motivações, proporcionar a alfabetização científica, uma vez que o contato com o processo de obter o conhecimento esteja propositalmente ancorado nos mesmos indicadores.

1.1.2 O que é Alfabetização Científica

Ao pesquisar em artigos e trabalhos acadêmicos disponíveis através do portal de periódicos da CAPES e no google acadêmico sobre a alfabetização científica encontramos termos que são citados com propósito semelhante como “Letramento científico” e “Enculturação Científica”. No caso do Letramento Científico o texto da BNCC (2017) sugere que haja compromisso de seu desenvolvimento ao longo de todo o ensino fundamental. Esse letramento deve acontecer para que se desenvolva a capacidade de compreensão e interpretação do mundo (natural, social e tecnológico), além de dar condições para que o aluno possa agir no mundo em sua volta e transformando-o com o que se aprende nas teorias e práticas que envolvam conhecimento das ciências, exercendo assim a cidadania (BRASIL, 2018). Para conceituar a Enculturação científica, Sasseron e Machado (2017) dizem que é uma maneira de promover condições para que os alunos conheçam e sejam inseridos na cultura científica. O termo Cultura Científica no Brasil compreende a ideia de que a produção e a difusão do conhecimento científico fazem parte de um processo cultural, sendo promovida entre as produções acadêmicas, congressos científicos, formação de cientistas, ensino de ciências nas escolas e divulgação para o público em geral (CUNHA, 2018).

Os termos alfabetização e enculturação científica são conceitualmente semelhantes em seus objetivos, pois em comum, eles propagam o conhecimento científico para que possa ser esclarecedor, influenciador e útil para quem o adquire. A proposta de alfabetização científica abarca ainda o conceito de enculturação científica, pois insere o aluno em uma nova cultura, a cultura científica e promove o letramento científico pois sugere que haja interação prática dos conhecimentos ofertados com o mundo do aprendiz de modo que possa agir criticamente sobre a sua realidade com esse conhecimento. Mas predominantemente vamos nos ater ao termo alfabetização científica, pois seguiremos o conceito de Paulo Freire que diz

“...a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. (...) Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto.” (FREIRE, 1980, p.111)

Assim, ao obter o conhecimento da ciência ou os processos que levam a obter esse conhecimento, não temos como objetivo que o aluno apenas decore conteúdos, conceitos ou fórmulas, mas que o aluno perceba que esse conhecimento faz parte da sua realidade e que a maneira como ele é obtido e apresentado segue uma lógica de construção que se assemelha a outras situações do seu cotidiano, indo além do contexto apenas das ciências

da natureza, mas também das sociais, políticas e econômicas. Dessa maneira o aluno passa a obter um senso crítico por saber que as situações teóricas estudadas na escola seguem um padrão em seu desenvolvimento para obter solidez e terem caráter permanente, dessa maneira espera-se que o aluno consiga desenvolver as habilidades que o tornem cidadãos críticos e conscientes.

E ainda segundo Freire,

“De alguma maneira, porém podemos ir mais longe e dizer eu a leitura da palavra não é apenas precedida pela leitura do mundo, mas por uma certa forma de ‘escrevê-lo’ ou de ‘reescrevê-lo’, quer dizer, de transformá-lo através de nossa prática consciente. Este movimento dinâmico é um dos aspectos centrais, para mim, do processo de alfabetização.”
(FREIRE, 2006, p. 20).

O conceito de Alfabetização Científica é apresentado por Sasseron e Machado (2017) como um processo que se inicia na vida de cada um e é organizado e sistematizado na escola, mas que não se restringe apenas a escola. Ao ensinar ciências com o objetivo de alfabetizar cientificamente, espera-se que o indivíduo possa utilizar e desempenhar ações resultantes da obtenção desse conhecimento em outras situações de sua vida.

1.1.3 E a Alfabetização Científica nas aulas de Física

Ao pretendermos promover a alfabetização científica em nosso trabalho, precisamos analisar o currículo escolar e a maneira como as propostas de ensino das ciências são apresentadas. A situação problema enfrentada pelo professor das escolas de ensino médio quando a questão é “o que ensinar”, é como determinar quais são os objetivos que ele pretende alcançar, quais habilidades pode desenvolver junto aos alunos. Essa dúvida existe por causa dos processos de avaliação do processo que está sendo desenvolvido, pois o professor pode atingir a meta de apresentar os conteúdos sugeridos, sem muitos questionamentos, ou buscar construir um processo em que a partir de um diagnóstico verificar o que pode ou precisa ser ensinado.

Ao realizar uma breve pesquisa nos artigos e periódicos no portal da CAPES e no google acadêmico, sobre o termo “ensino médio: o gargalo da educação” alguns artigos, periódicos e acadêmicos, são encontrados abordando o conceito a partir dos resultados ruins das avaliações externas à escola. Então o professor encontra a sua frente um leque de avaliações externas como o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) que juntamente com o censo escolar compõe parte do Índice de desenvolvimento da Educação básica (IDEB) e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) como avaliação necessária para o Sistema de Seleção Unificada (SISU) e acesso para o ensino superior. Nesse

cenário o professor define estratégias de ensino que visem atender essas avaliações. A experiência de sete anos consecutivos em sala de aula nos faz pretender uma aula com conceitos de física e técnicas de solução de problemas que podem auxiliar nessas avaliações. Adequando a carga horária disponível é possível ensinar o que o currículo sugere montando aulas em que se explica uma fórmula, demonstra sua aplicação e depois aplica-se inúmeros exercícios em que o aluno possa verificar que aqueles “macetes” são úteis, e de maneira simulada verificar como se “passa no ENEM” ou tira uma nota boa no SAEB, contabilizando aprovações, e representando bem a sua escola.

Esse modelo de aula apresenta-se interessante para um grupo de alunos que se sentem desafiados ou que estipulam metas de estudo que eles acreditam que seja o melhor para obter um bom nível de aprendizagem e dessa maneira almejar uma vaga no mercado de trabalho através da formação em cursos superiores. Porém, existe uma parcela de alunos que não almejam cursos da universidade e, em relação ao ensino de ciências da natureza, não seguem em áreas que tenham essas ciências como pré-requisito para sequência de seus estudos ou mercado de trabalho. Logo o ensino de conceitos e macetes acabam por não ser interessante, atrativa ou conveniente para alguns alunos. Estudar e aprender algo que o aluno gosta nem sempre é fácil, porém estudar e aprender algo que o aluno passa a não gostar, fica muito mais difícil. O desencontro entre o que devo ensinar para o aluno e o que o aluno aprende e utiliza de fato em sua vida reflete nos resultados ruins de avaliações externas, que são endossadas pela verificação dos alunos egressos do ensino médio que não encontram aplicabilidade para o que “as duras penas” tiveram que estudar no ensino médio.

É preciso encontrar uma maneira de oferecer as aulas de ciências da natureza e no caso desse trabalho, o ensino de física, de maneira que a aula seja atrativa para todos os alunos, aqueles que tem intenções e metas de acessar o nível superior, adquirir conhecimento para enfrentar avaliações externas que representem bem o processo escolar em que ele se encontra e o principal no nosso trabalho: aprender ciências que possa ajudar na sua formação cidadã e que reconheça no seu cotidiano os saberes e processos científicos. Para isso, a intenção é utilizar do conteúdo tradicional das aulas de física, que estão presentes nos currículos e livros no ensino médio, mas abordando de uma maneira em que se evidencie a construção do conhecimento e o método empregado para desenvolver, obter e divulgar os conceitos científicos de maneira uniforme para todos os conteúdos da grade curricular do ensino médio.

Nas pesquisas sobre o currículo de ciências de Bybee e DeBoer (1994) eles procuram responder ao que chamam de “questões básicas para o currículo de ciências”. Que ciência deve ser aprendida na escola? Por que os estudantes deveriam aprender ciências? A resposta provável para esses questionamentos, de acordo com Sasseron e Machado (2017), estaria na aproximação do ensino de ciências com aquilo que esteja a impactar a nossa vida na atualidade. Embora essa colocação seja de 2017, vivenciamos nos últimos anos um clamor pelo conhecimento científico que enfrenta a informação automática de maneira complexa. A divulgação de informações erradas acontece de maneira irresponsável confrontando aquilo que seria o método científico. Algumas situações como a dos “terraplanistas” ou antivacinas algumas vezes criam situações tão inusitadas que não parecem estar no século XXI. Até que ponto a ciência ensinada na escola pode contribuir para o esclarecimento dos procedimentos científicos? Vejamos que a tecnologia que abre as portas de conhecimento de maneira automática, existe em função de várias ciências bem avançadas e elaboradas, ou seja, o próprio veículo de comunicação acessível a grande parte da população ser constituído e construído por ciência ainda não é suficiente para dar crédito à própria ciência, mas falsas notícias ou organizações que angariam seguidores devotos de conhecimentos que não seguem o método científico acabam por terem muita adesão. É paradoxal. O apelo pela alfabetização científica, permeando a enculturação científica e o letramento científico é em função de dar mais crédito aos métodos utilizados pelas ciências para que se faça valer a ideia de que aquilo que é cientificamente comprovado é visto como eficiente e digno de consideração e credibilidade.

O que se pretende com o ensino de ciências é uma formação cidadã que possa proporcionar as pessoas a possibilidade de resolver problemas e agir sobre o seu meio com base na construção de pareceres que tenham fundamento. Ser capaz de analisar a relevância de uma prescrição médica ou escolher mandatários representantes do povo, tomar decisões em que a coletividade será mais afetada do que a individualidade, são exemplos de decisões que podem ser melhor analisadas através da aplicação dos conhecimentos científicos. Analisar informações que estão disponíveis e inclusive ir em busca dessas informações para compreender ou ter uma noção de consequências a curto ou longo prazo em função de uma escolha a ser tomada agora. A alfabetização científica no âmbito escolar não é de forma alguma pretenciosa demais em sugerir que as ciências naturais contribuem na construção dessas tomadas de decisões, principalmente quando ela for apresentada como a construção do conhecimento e dos métodos que levam a essa

construção. Aplicar a alfabetização científica em confronto com as dificuldades anteriormente apresentada por professores do ensino médio requer escolha adequada de conteúdos e metodologias a serem empregadas.

No público da escola em que aplicamos a sequência didática e realizamos a pesquisa, percebemos a diversidade que existe entre os alunos, na formação social e pessoal. Alunos que possuem condição financeira estável convivem com alunos que apresentam dificuldades financeiras, a estrutura familiar de uns que convivem com seus pais biológicos, enquanto outros são acompanhados por algum parente próximo como seus tios ou avós, essa diversidade no público escolar também é lembrada por Sasseron e Machado (2017). Os alunos têm origens variadas no contexto social e familiar de maneira que isso influencia na tomada de decisões sobre os destinos e metas a serem seguidas no momento após o ensino médio. O currículo de ciências precisa atender todos os alunos e não somente para os que tem engajamento ou afinidade com a área. O alfabetizado cientificamente não precisa saber de tudo sobre ciências, mas deve ter conhecimento suficiente de campos das ciências e como esses estudos se transformam em algo significativo para a sociedade. Nessa perspectiva é que além de ensinar conceitos e métodos é importante apresentar a natureza das ciências e como ela atua sobre a sociedade e o ambiente.

Para que o ensino possa proporcionar condições de atender a esses anseios de conscientização e percepção dos valores científicos é necessário que o aluno encontre situações em que possa fazer investigações sobre assuntos que envolvam temas científicos, para que possa apresentar as suas habilidades pessoais indo de encontro as habilidades que são próprias das metodologias do trabalho científico e que até então temos abordado como a construção do conhecimento que está sendo apresentado como ciência. Ao acontecer essa situação, o aluno está construindo a experiência sobre atividades de “fazer científico” e podendo perceber que é uma construção social e histórica, podendo inclusive se tornar uma situação analítica e investigativa que pode ser usada para soluções de problemas posteriores que podem aparecer em sua vida.

A alfabetização científica de acordo com Díaz, Alonso e Mas (2003), é uma atividade que se desenvolve gradualmente ao longo da vida, de acordo com a realidade e as particularidades que envolvem a pessoa, não havendo um padrão universal de alfabetização científica a ser aplicada na sala de aula. Podemos ainda considerar a afirmação

“a alfabetização científica é a finalidade mais importante do ensino de ciências; [...] estas razões se baseiam em benefícios práticos pessoais, práticos sociais, para a própria cultura e para a humanidade, as quais se obtém por meio da combinação de duas escalas binárias: individual/grupal e prática/conceitual, dando lugar aos quatro domínios indicados”. (DÍAZ, ALONSO E MAS. p.3. 2003)

Por sua vez, Maria Pilar Jimenez-Aleixandre (2004) concebe a alfabetização científica essencial para a participação na prática social, ou seja, que o aluno possa entrar em contato com os conhecimentos científicos e localize-os socialmente, ajudando assim na resolução de problemas que possa encontrar. A autora ainda sugere que o currículo de ciências com as disciplinas flexíveis e dialogando entre si resultando em uma aprendizagem de aplicação social.

O ensino de ciências deve abarcar diversas áreas de conhecimento, diferentes realidades e contextos sociais, proporcionando condições em que possa ser o passo inicial para obter novos conhecimentos a medida em que o sujeito sai do ambiente escolar e se encontra com situações semelhantes do seu cotidiano, uma vez que os conhecimentos tecnológicos e suas implicações na sociedade e no meio ambiente formam essa realidade do sujeito.

Para planejar uma aula de ciências com objetivo de alfabetizar cientificamente o aluno, precisamos estabelecer o que pretendemos alcançar e então criar a oportunidade para que o aluno chegue a esse patamar desejado, ou pelo menos encontre essas evidências de possibilidades nas aulas que serão apresentadas. Sasseron e Machado (2017) destacam algumas necessidades a serem trabalhadas ao oferecer a alfabetização científica para os alunos: a promoção de oportunidade para o desenvolvimento de conceitos e teorias científicas; o desenvolvimento de habilidades de investigação e da percepção da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Sasseron (2008) apresenta os Eixos estruturantes da alfabetização científica que trazem as características importantes em desenvolvimento de aulas que almejam a Alfabetização científica, que seriam:

- Compreensão de termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais: esse eixo atende a necessidade de compreensão dos conceitos-chaves para interpretar informações disponíveis no cotidiano. Contemplado ao trabalhar conceitos, leis e teorias em sala de aula.

- Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática: nesse eixo temos a apresentação do processo de construção e manutenção da ciência. Como ela se desenvolve e todas as implicações que os processos científicos têm na sociedade e ambiente. Ao incluir esse eixo nos propósitos da aula, proporciona ao aluno condições de desenvolver reflexões e análises diante de situação problema proposta a eles que pode gerar uma prática investigativa.
- Entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: esse eixo proporciona a oportunidade de verificar as relações entre essas áreas. A maneira como as decisões tomadas para alguma delas pode em outro momento, breve ou não, intervir em novas decisões que envolvam outra área.

No caso a compreensão dos conceitos citados no primeiro eixo proposto e sua aplicabilidade ou utilidade no cotidiano, bem como entender como contextos são apresentados para a aplicação ou a vivência que é sugerida no segundo eixo resultam nas justificativas para entendimento da proposta Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e como essas áreas estão diretamente envolvidas em função de tomadas de decisões que ocorrem em umas e nas outras. A maneira como o professor constrói pontes que liguem os conceitos da sala de aula com a vivência prática determina a dimensão que essa abordagem pode alcançar. Quaisquer conceitos tradicionais apresentados no livro didático, podem avançar para a abordagem dentro desses três eixos.

Para que esses processos que sugerem a alfabetização científica possam acontecer é necessário que haja incentivo para que o aluno se engaje frente as situações problemas apresentadas a ele. Esse engajamento consiste em aceitar e realizar a prática de maneira investigativa. Para que se possa verificar como o processo está envolvendo ou não o aluno, Sasseron (2008) sugere os indicadores de alfabetização científica, que seria uma classificação das ações realizadas pelos alunos diante do problema proposto a eles. Esses indicadores sugeridos são:

1. A seriação de informações: esse indicador é percebido quando o aluno estabelece bases para a ação investigativa. Que podem ser anotações simples que iniciem organização o trabalho de investigação.

2. A organização de Informações: nesse indicador já existe uma discussão a respeito de um trabalho realizado. Isso pode acontecer buscando o arranjo das informações disponíveis no início ou na retomada de uma questão.

3. A classificação de informações: indicador verificado quando se busca as características comuns dos dados obtidos. Pode ser de forma hierárquica ou não, nesse indicador existe uma ordenação e relação dos elementos do trabalho.

4. O raciocínio lógico: É um indicador que ajuda a mapear a estruturação do pensamento que molda as falas dos alunos em uma aula, compreende a maneira como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está relacionada a forma como o pensamento é exposto.

5. O raciocínio proporcional: indicador que também apresenta a estrutura do pensamento do aluno, nesse caso, faz referência às relações existentes entre as variáveis.

6. O levantamento de hipóteses: esse indicador existe quando o aluno apresenta posicionamento sobre um tema, que pode ser afirmativo ou em forma de questionamentos, buscando compreender o que acontece ou é sugerido pelo tema.

7. O teste de hipóteses: esse indicador surge em seguida a etapa anterior, momento em que o aluno tentará confirmar ou descartar as hipóteses que surgiram através da experimentação ou teste das ideias construídas.

8. A justificativa: esse indicador é percebido quando o aluno consegue uma afirmação que seja reafirmada ou garantida com informação que possa validar o raciocínio apresentado.

9. O indicador de previsão: nesse momento o aluno é consegue perceber que uma ação ou fenômeno acontecerá como sequência de algo que está em andamento.

10. A explicação: quando o aluno realiza análises e consegue fazer relações com as informações obtidas e as hipóteses anteriores, com base nas justificativas encontradas, cogitando inclusive novas hipóteses, mas de maneira mais amadurecidas por assim já conhecer o processo apresentado.

A descrição dos conceitos que envolvem a intenção de proporcionar a alfabetização científica foram apresentadas até aqui com base no trabalho de Sasseron e Machado (2017) e no conceito mais abrangente de Freire (1980) e servem de orientação para a elaboração de uma sequência didática que apresente os direcionamentos em momentos da aula em que a alfabetização científica possa acontecer. A aula de física e seus conteúdos precisam de uma dinâmica que possa proporcionar essas situações. O aluno precisa ser provocado e instigado para questionar e investigar a natureza das ciências, a partir daí, desenvolver práticas que apresentem situações em que os indicadores de alfabetização científica estejam presentes. O conteúdo das aulas nem sempre aparece em uma sequência ou condição de serem aplicados e, imediatamente,

proporcionar o questionamento com as devidas investigações que naturalmente poderiam apresentar os indicadores de alfabetização científica. Sasseron e Machado (2017) apresentam a problematização, a investigação e a interação como ações necessárias para serem desenvolvidas nas metodologias que possam promover a alfabetização científica.

Na elaboração de uma aula que proponha a Alfabetização científica é preciso analisar como planejar essa aula e quais são os momentos motivadores que podem proporcionar a alfabetização científica e que podemos usar como elemento inspirador ou problematizador dessa aula. Problema não é apenas a proposta de exercícios, que são atividades que utilizam de métodos preestabelecidos desejando chegar a uma resposta esperada e é feito com a finalidade de treinar a assimilar o método empregado. Para o problema a natureza é distinta e é apresentada por Daniel Gil-Pérez (1992, v9, p.10) como “uma situação, quantitativa ou não, que pede uma solução para a qual os indivíduos implicados não conhecem meios ou caminhos evidentes para obtê-la” sendo algo novo que deve incentivar a busca por possibilidades de solução que não foram apresentadas até então na aula. A solução a que Gil-Pérez se refere envolve situações que se encaixam no processo de alfabetização científica, pois requer uma análise da situação, desenvolvimento de ideias e levantamento de hipóteses até o momento de testar e buscar soluções, e partindo de uma exposição coletiva do problema, a possível abordagem de mais de uma linha de raciocínio para busca ou sugestão de solução. Percebe-se que o problema sugere uma investigação, pois para iniciar uma interação ou a intervenção ao problema haverá a necessidade de buscar novas informações e conhecimentos que se relacionem com o problema proposto, de maneira que será uma oportunidade de ampliar o conhecimento do aluno, nas palavras de Sasseron e Machado (2017, p.26) “ter o problema é pensar como resolvê-lo, quais os melhores métodos e os procedimentos para que a solução pensada possa emergir, é um estímulo ao raciocínio, à reflexão, à discussão, à investigação e à criação de hipóteses”, concluindo que ao proporcionar essa situação de problema e investigação, oferecemos ao aluno oportunidade de desenvolver habilidades e competências do fazer e pensar científico, e ainda, de acordo com a abordagem, podemos incluir a relação da natureza das ciências com a sociedade e o ambiente.

Ao utilizar a proposta de problematização para uma abordagem da ciência apresentamos o trabalho semelhante ao de um cientista que envolve uma construção complexa que passa pelo problema de pesquisa e as estratégias de resolução em que a investigação acontece com métodos adequados na busca de soluções e respostas. Logo, levar para a sala de aula uma aula em que possa acontecer a investigação em torno de

uma situação problematizada estamos proporcionando uma condição para que o aluno possa desenvolver a habilidade e competência do fazer e pensar científico. Ao elaborar uma sequência de aulas com esse propósito escolhemos um conteúdo da disciplina de física que possa estar contextualizado em torno de um problema que apresente os mesmos momentos de investigação.

Sasseron e Machado (2017) falam sobre a relação da ciência com a suas implicações na sociedade

As ciências, como área do conhecimento humano, devem contribuir para esses propósitos de reflexão crítica do mundo e conscientização. Devem possibilitar o entendimento e o questionamento dos empreendimentos científicos e tecnológicos e suas relações sociais e ambientais na sociedade de hoje. (SASSERON e MACHADO, 2017, p.27)

Portanto, a produção científica interfere de maneira natural em todos os momentos na sociedade, os procedimentos no desenvolvimento da ciência assemelham-se aos procedimentos para resolução de problemas em outras ocasiões das nossas vidas. Quando analisamos a tecnologia dos dias atuais encontramos algumas situações que podem se enquadrar como problemas no ponto vista social, econômico, do meio ambiente e como elemento de inserção no mundo das informações, se tratarmos os aparelhos eletrônicos e todas as suas aplicações.

1.2 Competências e Habilidades a serem desenvolvidas

Vamos apresentar nossa referência para a escolha do conteúdo, ou como é chamado na nova BNCC, Objeto de Conhecimento, de nossa aula que visa proporcionar a alfabetização científica, nossa aula de investigação com o conteúdo do terceiro ano do ensino médio, baseado na nova BNCC (BRASIL, 2018), nas orientações do Currículo de Referência Único do Acre (ACRE, 2021) e na matriz de competências do ENEM (BRASIL, 2009a).

Ao analisar o texto da nova BNCC, podemos verificar que a ordem para a qual se desenvolve um plano de curso que delimita e norteia a sequência didática a ser desenvolvida visa, antes de determinar qual conteúdo será ensinado, quais são as habilidades a serem desenvolvidas pelo aluno. A nova BNCC sugere as competências gerais para a educação, na qual aparece na competência geral

Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. (BRASIL, 2018, p.11)

Para atender essa competência geral, percebemos que manter a abordagem inicial de alguns conteúdos da física que é ensinada há muitos anos na escola permanece possível, pois faz parte da dinâmica das aulas de física valorizar a construção do conhecimento aplicado mostrando o contexto histórico e sua relevância para o momento em que surge. Quando falamos sobre eletricidade apresentamos de maneira introdutória aos assuntos relacionados à eletrostática a parte histórica da nomenclatura do elétron, modelos atômicos, experimentos que levaram ao desenvolvimento de cada lei que posteriormente será enunciada na eletrodinâmica citando os autores, nomes e raciocínio empregado para de maneira alegórica estimular o aluno a não só compreender, mas reconhecer e dar créditos aos métodos empregados. Chamar o conteúdo de tradicional ou ultrapassado é ir contra um processo que atende a competência geral sugerida na nova BNCC? Par responder vejamos a habilidade da competência específica 3 da BNCC

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
(BRASIL, 2018, p.559).

Dessa maneira a aula que apresenta a construção do conhecimento com seu contexto histórico não está ultrapassado se partir de uma aula que o aluno possa relacionar o que estuda com uma aplicação prática, se não pelo conteúdo, mas pelo processo envolvido. Logo, sabemos que muitas vezes o que parece estar claro para o professor não é tão claro assim para os alunos, então um problema pode não ser necessariamente o conteúdo, mas a metodologia aplicada ou dinâmica que o professor imprime na aula. Dessa maneira propomos nesse trabalho uma sequência didática que use em aula um produto educacional que utilize materiais alternativos e reaproveitados de sucatas, que possam auxiliar o professor a promover essa dinâmica atrativa ao aluno e ainda promover a alfabetização científica através da identificação dos seus indicadores, estando de acordo com o contexto da nova BNCC.

As competências gerais da BNCC (BRASIL, 2018) ainda apresentam

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
(BRASIL, 2018, p.11)

Esta é a competência geral 2 no documento da BNCC (BRASIL, 2018), e que apresenta semelhança com o que está descrito nos eixos estruturantes da alfabetização

científica e está presente no que se propõe como estratégia para desenvolver a aula com o propósito da Alfabetização científica, já que a problematização e a investigação são processos sugeridos nas obras de Sasseron e Machado (2017).

Nas competências específicas da área de ciências da natureza percebe-se que o ensino deve acontecer de maneira problematizada e investigativa, para poder então focar no desenvolvimento das competências desejadas

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
 2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
 3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).
- (BRASIL, 2018, p.553)

Com base nas orientações das competências a serem desenvolvidas da BNCC (BRASIL, 2018), podemos perceber que é necessário que o aluno se aproprie do conhecimento e de sua aplicabilidade, o que caracteriza um complemento ao conceito da alfabetização de Freire. Para que o aluno possa aplicar em alguma situação esse conhecimento, exige-se o uso de exercícios e requer tempo, de tal maneira que sendo três competências específicas na área de ciências da natureza pode-se observar que cada conteúdo a ser ensinado deve contribuir para o desenvolvimento das competências no aluno ao longo do ensino médio, e assim possa ser percebido como resultado de um método de estudo, proporcionando ao aluno situações em que seja capaz de empregar sua competência e assim construir esse processo de aprendizado em diferentes ocasiões. Isso é possível já que temos vários conteúdos para atingir essas competências. Pretendemos mostrar nesse trabalho que, se o professor planejar as suas aulas com os eixos estruturantes da alfabetização científica, buscando identificar alguns dos indicadores de alfabetização científica diante de um conteúdo estudado, propondo essa metodologia de ensino em diferentes momentos da vida escolar do aluno e com a intencionalidade de se repetirem esses indicadores nas ações do aluno.

A realização do ensino com investigação em diferentes momentos do ensino médio requer um estudo ainda mais aprofundado, nesse trabalho verificamos os

resultados da aplicação de uma sequência de aulas com os eixos estruturantes, onde buscamos oportunizar situações que desenvolvam as competências e as habilidades que estão listadas no Quadro de Habilidades 01:

Quadro 01: Habilidades ciências da natureza, BNCC (BRASIL, 2018)

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
(EM13CNT107) Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos - com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais -, para propor ações que visem a sustentabilidade.
(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.

Fonte: Elaborado a partir da BNCC, (BRASIL,2018, p.554)

Cada habilidade que apresentamos no desenvolvimento da aula tem a sua justificativa e relação com os momentos e conteúdo que estão na aula. Buscamos relacionar a orientação do Currículo de Referência Único do Acre (ACRE, 2021), atendendo a nova proposta da BNCC e elaboramos a aula de acordo com os eixos estruturantes da alfabetização científica. No ano letivo de 2022 das escolas públicas do Acre, ano em que aplicamos esse trabalho, estamos no processo de aprovação e implantação do novo currículo a ser seguido no estado do Acre seguindo as orientações da nova BNCC (BRASIL, 2018). No ano letivo de 2022 recebemos o currículo da implantação do novo ensino médio, mas continuamos mantendo os conteúdos de acordo com a expectativa do ENEM no modelo que estava vigente, pois a proposta de um novo exame é para o ano de 2024. A alteração no currículo ainda permite que possamos manter

o conteúdo relacionado a tecnologia e eletricidade com a proposta de propor a alfabetização científica, pois ela se encaixa no processo de se apropriar e aplicar os conhecimentos adquiridos na escola e que atende às competências e habilidades da nova BNCC (BRASIL, 2018) e do Currículo de referência único do Acre (ACRE, 2021).

As orientações curriculares que seguimos no desenvolvimento de nosso trabalho estão disponíveis no endereço eletrônico:

<https://www.educ.see.ac.gov.br/pagina/referenciais-curriculares-da-see-barra-ac>

Com base nas orientações do Currículo Único de Referência do Acre (ACRE, 2021) a aula pretende atender as habilidades que estão listadas no quadro 02

Quadro 02: Parte do Currículo Único de Referência do Acre 2022 (ACRE, 2021)

Habilidades	Componente Curricular	Objeto de Conhecimento
(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	FÍSICA	- Transformações de energia: mecânica, térmica, sonora, elétrica, eólica, solar, luminosa e nuclear; - Trabalho e potência.
(EM13CNT107) Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos - com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais -, para propor ações que visem a sustentabilidade.	FÍSICA	- Circuitos elétricos.
(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais,		- Instrumentos de medidas. - Sistema Internacional de Unidades;

fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.	FÍSICA	- Unidades de medidas; - Relatório
(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.	FÍSICA	- Enfrentamento de situações-problema sob a perspectiva científica e tecnológica; (Conhecimentos prévios de eletricidade)
(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.	FÍSICA	- Enfrentamento de situações-problema sob a perspectiva científica e tecnológica; (Construção de relatórios e observação do experimento sobre capacitores)
(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.	FÍSICA	- Funcionamento de equipamentos e sistemas. Circuitos Elétricos.

Fonte: Elaborado a partir do Currículo de Referência Único do Acre (ACRE, 2021)

O quadro 2, das Orientações Curriculares do Estado do Acre, é a base da equipe escolar para elaborar o seu plano de curso anual e juntamente com a matriz de referência para a realização do exame nacional do ensino médio - ENEM nos orienta quais os conteúdos a serem estudados. Da matriz de referência do ENEM, na área de ciências da natureza, retiramos a parte que é relevante para a disciplina de física para o quadro 3:

Quadro 3 – Matriz de Referência: Ciências da natureza (Física) ENEM (BRASIL,2009a)

Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	
Competência de área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.	H4 – Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.
Competência de área 2 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.	H5 – Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano. H6 – Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum. H7 – Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.
Competência de área 3 – Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.	H8 – Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos. H9 – Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos. H10 – Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e(ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais. H12 – Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.
Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.	H17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica. H18 – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam. H19 – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

<p>Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas.</p>	<p>H21 – Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e(ou) do eletromagnetismo. H23 – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.</p>
--	---

Fonte: Retirado da Matriz de Competências de Ciências da Natureza - ENEM (BRASIL, 2009a)

Analisando as competências que devem ser trabalhadas na matriz de referência do ENEM (BRASIL, 2009a) e as habilidades a serem desenvolvidas verificamos que atingimos uma quantidade maior de conteúdos, ou objetos de conhecimentos que trabalhamos na aula do que o experimento de carga e descarga de capacitores sugere inicialmente. Essa observação evidencia mais uma importância da aula com os eixos estruturantes da alfabetização científica, ou seja, podemos atingir uma grande quantidade de exigências da matriz do ENEM e as indicações da nova BNCC, e ainda, atender o que está dentro das orientações do Currículo Único de Referência do Acre.

As orientações da matriz do ENEM, da nova BNCC e do Currículo de referência único do Acre apresentam relação com os eixos estruturantes da alfabetização científica e nos orientam no que devemos escolher como conteúdo ou objeto de conhecimento para a nossa aula de investigação, e por isso podemos nos basear no que está na matriz de referência do ENEM específico para a disciplina de física:

- Energia, trabalho e potência - Conceituação de trabalho, energia e potência. Conceito de energia potencial e de energia cinética. Conservação de energia mecânica e dissipação de energia. Trabalho da força gravitacional e energia potencial gravitacional. Forças conservativas e dissipativas.
- Fenômenos Elétricos e Magnéticos - Carga elétrica e corrente elétrica. Lei de Coulomb. Campo elétrico e potencial elétrico. Linhas de campo. Superfícies equipotenciais. Poder das pontas. Blindagem. Capacitores. Efeito Joule. Lei de Ohm. Resistência elétrica e resistividade. Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia.
- Circuitos elétricos simples. Correntes contínua e alternada. Medidores elétricos. Representação gráfica de circuitos. Símbolos convencionais. Potência e consumo de energia em dispositivos elétricos. Campo magnético. Ímãs permanentes. Linhas de campo magnético. Campo magnético terrestre.

Portanto, os referenciais curriculares apresentados neste trabalho são os que direcionaram a elaboração do plano de curso para o terceiro ano do ensino médio na escola em que foi realizada a investigação e contém o conteúdo ou objeto de conhecimento que foi escolhido para ser trabalhado em nossa aula de aplicação do experimento para a investigação dos indicadores de alfabetização científica que é o tema do nosso trabalho.

Assim, elaboramos as aulas fundamentando a necessidade da organização e preparação prévia com os fundamentos da alfabetização científica, mas utilizando de uma sequência didática para analisar as possibilidades de caminhos para atingir nossos objetivos.

1.3 A relevância no desenvolvimento da sequência didática

No cotidiano da escola a construção da sequência didática é uma prática que faz parte da rotina escolar que requer a construção de um instrumento de acompanhamento para as aulas pelo qual possa ser acessado e acompanhado pelo professor e pela coordenação pedagógica da escola.

Na obra “A Prática Educativa: como ensinar” de Antoni Zabala (1998) encontramos o questionamento sobre a maneira a qual o professor pode melhorar a prática educativa, definindo referenciais e critérios para determinar se alguma ação de ensinar está satisfatória ou não. Essa ação é muito difícil levando-se em conta a complexidade da sala de aula e requer de o professor sempre investir, de maneira consciente, nas suas ações visando superar a difícil compreensão do ensinar. Então, para Zabala (1998), o professor pode agir de maneira consciente e com critérios estabelecidos, para desenvolver as ações de ensino, mas ciente das particularidades que as salas de aula apresentam. Uma prática do professor pode funcionar em uma turma diferente do que em outra turma, então o professor precisa adaptar e ajustar a sua prática de acordo com as turmas em que vai lecionar. Na elaboração da aula o professor precisa analisar a situação em que ele pretende desenvolver o ensino considerando que existem variáveis que configuram essa prática educativa. Zabala diz

Entender a intervenção pedagógica exige situar-se num modelo em que a aula se configura como um microssistema definido por determinados espaços, uma organização social, certas relações interativas, uma forma de distribuir o tempo, um determinado uso de recursos didáticos etc., onde os processos educativos se explicam como elementos estreitamente integrados neste sistema. Assim, pois, o que acontece na aula só pode ser examinado na própria interação de todos os elementos que nela intervêm. (ZABALA, 1998, p.17)

Essas variáveis interligadas compõem a realidade da sala de aula encontrada pelo professor em um processo de ensino. Não significa que o processo esteja pronto e definido, mas que ele tem características que abrem as possibilidades para as ações do professor. Essa prática requer ainda que haja, além do planejamento, uma avaliação do processo após sua aplicação, que está representada pelo conceito de atividade. A atividade engloba as variáveis que configuram a prática e a ação que o professor deve realizar levando em conta as interações que podem acontecer. Por sua vez, a relevância das atividades varia de acordo com o propósito a que foram destinadas em diferentes momentos do processo de ensino, logo a maneira como as atividades são seriadas e apresentadas configuram uma sequência de atividades ou sequência didática que

proporciona a condição para organização, planejamento e avaliação do processo pretendido inicialmente.

A sequência didática é definida por Zabala (1998) como um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (p.18). Para a aplicação de nossa sequência didática o conjunto de atividades que propomos não poderia ser apresentada de forma aleatória ou seguindo apenas a ordem dos conteúdos da física que apresentamos, nem poderíamos apenas entender que atingiríamos a alfabetização científica apenas por propor os eixos estruturantes, mas buscamos manter o que é sugerido na obra de Zabala como fases de uma sequência didática:

- a) A atividade motivadora relacionada com uma situação conflitante da realidade experiencial dos alunos
 - b) Explicação das perguntas ou problemas que esta situação coloca.
 - c) Respostas intuitivas ou “hipóteses”.
 - d) Seleção e esboço das fontes de informação e planejamento da investigação.
 - e) Coleta, seleção e classificação dos dados.
 - f) Generalização das conclusões tiradas.
 - g) Expressão e comunicação.
- (ZABALA, 1998, p.55)

As fases de uma sequência didática sugeridas em Zabala (1998), podem se resumir em planejamento, aplicação e avaliação, podendo ainda ser construída visando atender critérios que são levantados por questionamentos que respondam a existência ou abordagem dos itens:

1. Conhecimentos prévios
2. Significância e funcionalidade dos novos conteúdos
3. Nível de desenvolvimento
4. Zona de desenvolvimento proximal
5. Conflito cognitivo e atividade mental
6. Atitude Favorável
7. Autoestima e autoconceito
8. Aprender a aprender

Na proposta das aulas para aplicação e investigação dos indicadores de alfabetização científica buscamos elaborar as atividades de forma que pudessem atender a todos esses itens como critérios para o êxito da aula sem esquecer de realizar a ligação entre esses critérios e os eixos estruturantes da alfabetização científica. Os objetos de conhecimento apresentados no primeiro momento de aulas teóricas são uma sequência do

que é ensinado como introdução à eletrostática. Em unidades anteriores abordamos alguns conceitos de eletrodinâmica, partindo da eletricidade que está mais visível no cotidiano deles para então abordarmos a eletrostática. Os conceitos de carga elétrica, campo e força elétrica foram apresentadas de maneira conceitual nas aulas em momentos de apresentação das grandezas físicas e que são baseadas em conteúdo da física em séries anteriores, como os conceitos da dinâmica na mecânica com exemplos e analogias dos conceitos de força gravitacional e elétrica:

$$\vec{P} = m\vec{g} \qquad \vec{F}_e = q\vec{E}$$

Nesse momento tentamos associar as características de cada elemento das fórmulas para auxiliar o aluno no processo de memorização. Nos preocupamos com o desenvolvimento de uma sequência de atividades que apresentem evidências do processo de aprendizagem, para que não tenhamos as ações dos alunos soltas e sem realizar conexões entre a teoria e a aplicação dos conceitos de maneira prática. Por isso destacamos que o eixo estruturante da alfabetização científica passa pelo entendimento dos conceitos científicos que estavam envolvidos, a percepção de como tais conhecimentos são construídos (relevância e momento histórico) e a compreensão das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

Pensando em todos esses requisitos desenvolvemos a aula em fases e Zabala (1998, p. 55) descreve as quatro fases da aplicação de uma sequência didática. Para o início da nossa unidade de ensino com novo conceito apresentado temos que fazer a comunicação da lição, proporcionar o estudo individual do conteúdo, realizar a repetição do conteúdo estudado, até mesmo como uma maneira de diagnosticar o processo que estamos realizando e ao final fazer a avaliação que é sugerido como a nota dada pelo professor. Zabala (1998) ainda trata as fases de uma sequência de atividades, considerando que o objetivo principal dessa metodologia de ensino é:

[...] introduzir nas diferentes formas de intervenção aquelas atividades que possibilitem uma melhora de nossa atuação nas aulas, como resultado de um conhecimento mais profundo das variáveis que intervêm e do papel que cada uma delas tem no processo de aprendizagem dos meninos e meninas. (ZABALA, 1998, p.54).

Na nossa aula as intervenções aconteceram em momentos diferentes, com aula teórica e diagnóstica seguida da aula prática, mas com exposição de materiais que criaram a problematização. O experimento que proporciona a carga e descarga de um capacitor através de um circuito com diferentes lâmpadas propôs aumentar a interação da turma com a aula, buscando as ligações com a teoria antes lecionada e a dinâmica que apresenta

o funcionamento de um circuito com capacitor. Além dos conceitos de Zabala (1998) temos adeptos de uma comparação da sequência didática como um minicurso, com uma sequência de atividades que envolvem conceitos e que fazem uma construção de informações (CASTRO, 1976, p. 55), que apesar de fragmentar alguns conceitos, se aplica ao estudo da eletricidade de maneira satisfatória, já que o tema geral (eletricidade) se mantém, enquanto temos inúmeras aplicações e relações de grandezas elétricas que embora tenham a mesma raiz, precisam ser abordadas individualmente para facilitar a sua compreensão. Esta é a organização dos conteúdos que estarão envolvidos nessa sequência didática, formando uma metodologia simples com uma série de atividades que estarão interligadas em diferentes momentos das aulas. A sequência didática

[...] prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma mais integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino/aprendizagem. (OLIVEIRA, 2013, p. 39).

A autora concorda com a questão organização e ordenação da atividade em fases, que são: a escolha do tema, questionamentos para problematização do tema a ser desenvolvido, planejamento dos conteúdos, objetivos a serem alcançados no processo de ensino e aprendizagem, determinação da sequência de atividades, considerando ainda, a divisão de grupos, o cronograma, o material didático, a integração entre cada atividade e avaliação dos resultados (OLIVEIRA, 2013, p. 40), formando assim o conjunto inteiro do que deve abranger a sequência didática.

O conteúdo escolhido para a sequência de atividades é sobre capacitores, o funcionamento e as aplicações. Temos o plano de curso que aborda alguns conceitos de eletrodinâmica no início do ano letivo e logo em seguida a eletrostática. Uma das justificativas para essa ordem partindo do macro visual para o micro visual na eletricidade se deve a abstração que envolve o estudo das cargas elétricas, que mesmo podendo ser apresentada por diversos processos de eletrização, não é dimensionada com facilidade já que as cargas são de tamanho muito reduzido. A percepção da força elétrica e do campo elétrico se dá em teoria pela relação das grandezas envolvidas e de maneira prática pela manifestação dessa força. Os capacitores estão presentes na eletrodinâmica e a compreensão de seu funcionamento e uso dependem das grandezas elétricas apresentadas na eletrostática, podemos citar o armazenamento de energia elétrica entre suas placas devido ao surgimento de uma diferença de potencial que acontece por armazenamento de cargas elétricas nessas placas, como exemplo. Podemos verificar as grandezas elétricas

estudadas na eletrodinâmica e ao mesmo tempo relacioná-las com conceitos presentes na eletrostática.

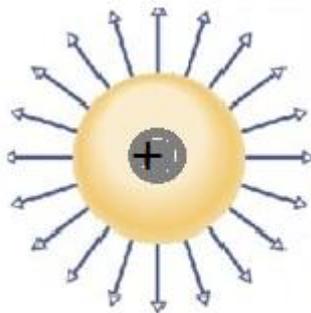
Vamos conhecer o conteúdo sobre a eletrostática antes de apresentar a maneira como a sequência didática e o experimento foram usados para mostrar de maneira prática o que estava na teoria das aulas, buscando então, evidências que podemos relacionar com os indicadores de alfabetização científica nas ações dos alunos presentes nas aulas.

CAPÍTULO 2. CONTEÚDO DA FÍSICA A SER DESENVOLVIDO

2.1 Campo elétrico

Para calcular o campo elétrico em pontos próximos de objetos macroscópicos, como barras dividimos a distribuição de carga em elementos de carga dq ; calculamos os campos elétricos dE produzidos pelos elementos; determinamos as componentes desses campos elétricos e em seguida, verificamos se alguns desses componentes se cancelavam. Finalmente, devemos somar os componentes que não se cancelavam integrando os elementos ao longo de todo o objeto, com várias mudanças de notação durante o percurso. Um dos principais objetivos da física é descobrir formas simples de resolver problemas aparentemente complexos. Um dos instrumentos usados pela física para conseguir esse objetivo é a simetria. A relação entre carga e campo elétrico nos permite, em certas situações de alta simetria, calcular o campo elétrico produzido por objetos macroscópicos usando poucas equações algébricas. Essa relação é chamada de lei de Gauss e foi descoberta pelo matemático e físico Carl Friedrich Gauss (1777-1855). Vamos começar com alguns exemplos simples que dão uma ideia do espírito da lei de Gauss. A Figura 01 mostra uma partícula de carga $+Q$ cercada por uma esfera imaginária cujo centro é a posição da partícula. Em todos os pontos da esfera (chamada de superfície gaussiana) os vetores do campo elétrico têm o mesmo módulo (dado por $E = kQ/r^2$) e apontam radialmente para longe da partícula (porque a partícula é positiva). As linhas de campo elétrico também apontam para longe da partícula e têm a mesma densidade. Dizemos que os vetores do campo elétrico e as linhas de campo elétrico atravessam a superfície. Na Figura 01 os vetores do campo elétrico e as linhas de campo elétrico atravessam uma superfície gaussiana.

Figura 01: carga elétrica positiva



Fonte: Adaptado de <https://www.google.com/search?q=>.

Os vetores do campo elétrico e as linhas de campo elétrico atravessam uma superfície gaussiana imaginária, esférica, que envolve uma partícula de carga $+Q$. Se a partícula fosse negativa as linhas de força do campo elétrico são representadas entrando na superfície gaussiana.

2.2 Fluxo elétrico

Vamos analisar a situação de uma superfície plana, de área A , em uma região onde existe um campo elétrico uniforme. A Figura 2 mostra um dos vetores de campo elétrico atravessando um pequeno quadrado de área ΔA (em que Δ significa “pequeno”). Na verdade, apenas a componente x (de módulo $E_x = E \cos\theta$ na Figura 2) atravessa a superfície. A componente y é paralela à superfície e não aparece na lei de Gauss. A quantidade de campo elétrico que atravessa a superfície é chamada de fluxo elétrico $\Delta\Phi$ e é dada pelo produto do campo que atravessa a superfície pela área envolvida, apresentado na equação 01

$$\Delta\Phi = (E \cos\alpha)\Delta A \quad (\text{Eq. 1})$$

Outra forma de escrever essa equação poderia ser

$$\Delta\Phi = \vec{E} \cdot \Delta\vec{A} \quad (\text{Eq. 2})$$

e o produto escalar nos fornece automaticamente a componente de que é paralela a Δ e, portanto, atravessa o quadrado. Para determinar o fluxo total Φ que atravessa a superfície da Figura 2, somamos o fluxo que atravessa todos os pequenos quadrados da superfície:

$$\Phi = \sum \vec{E} \cdot \Delta\vec{A} \quad (\text{Eq. 3})$$

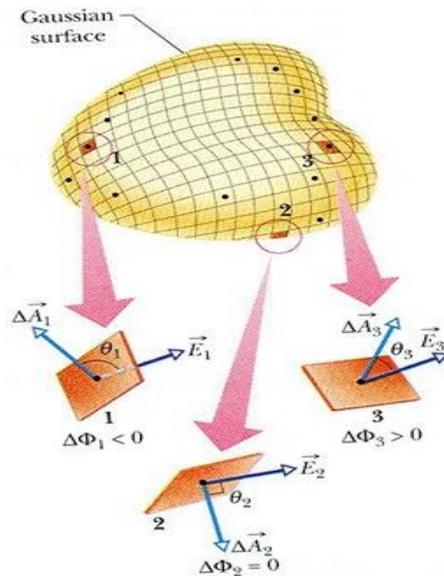
e o produto escalar nos fornece automaticamente a componente de que é paralela a Δ e, portanto, atravessa o quadrado. Para determinar o fluxo total Φ que atravessa a superfície da Figura 2, somamos o fluxo que atravessa todos os pequenos quadrados da superfície:

$$\Phi = \int \vec{E} \cdot d\vec{A} \quad (\text{Eq. 4})$$

Sinal do Fluxo: Para levar em conta o sentido com o qual o campo elétrico atravessa a superfície, usamos, como antes, um vetor área, Δ , mas agora escolhemos como positivo o sentido para fora (da superfície fechada). Assim, se o vetor campo elétrico aponta para fora, o campo elétrico e o vetor área apontam no mesmo sentido, o ângulo entre os vetores é $\theta = 0$ e $\cos \theta = 1$. Isso significa que o produto escalar Δ é positivo e, portanto, o fluxo é positivo. Se o vetor campo aponta para dentro, o campo elétrico e o vetor área apontam em sentidos opostos, o ângulo entre os vetores é $\theta = 180$ e $\cos \theta = -1$. Nesse caso, o produto escalar Δ é negativo e o fluxo é negativo. Se o vetor campo elétrico é paralelo à

superfície, o campo elétrico é perpendicular ao vetor área, o ângulo entre os vetores é $\theta = 90^\circ$ e $\cos \theta = 0$. Nesse caso, o produto escalar Δ é nulo e o fluxo é zero. A figura 2 mostra exemplos das três situações.

Figura 02: Superfície Gaussiana



Fonte: Halliday vol.3

Portanto, uma superfície gaussiana de forma arbitrária em uma região onde existe um campo elétrico está dividida em pequenos quadrados de área ΔA . Os vetores campo elétrico e área Δ são mostrados para três quadrados representativos, 1, 2 e 3.

Em princípio, para determinar o fluxo total através da superfície da Figura 2, poderíamos calcular o fluxo através de pequenos quadrados e somar os resultados (levando em conta os sinais algébricos). Entretanto, não há necessidade de executar esse trabalho exaustivo. Em vez disso, podemos reduzir o tamanho dos pequenos quadrados até se tornarem áreas elementares de calcular o resultado por integração:

$$\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} \quad (\text{Eq. 5})$$

2.3 Lei de Gauss

A lei de Gauss relaciona o fluxo total Φ de um campo elétrico através de uma superfície fechada (superfície gaussiana) à carga total q_{env} envolvida pela superfície. Em notação matemática.

$$\epsilon_0 \Phi = q_{env} \quad (\text{Eq.6})$$

Usando a Eq. 5, a definição de fluxo, podemos escrever a lei de Gauss na forma

$$\epsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = q_{env} \quad (\text{Eq.7})$$

As Equações 6 e 7 são válidas somente se, na região envolvida pela superfície gaussiana, existe apenas vácuo ou ar (que, para efeitos práticos, quase sempre pode ser considerado equivalente ao vácuo).

Nas equações 6 e 7, a carga total q_{env} é a soma algébrica das cargas positivas e negativas envolvidas pela superfície gaussiana, e pode ser positiva, negativa ou nula. Incluímos o sinal, em vez de usar o valor absoluto da carga envolvida, porque o sinal nos diz alguma coisa a respeito do fluxo total através da superfície gaussiana: Se q_{env} é positiva, o fluxo é para fora; se q_{env} é negativa, o fluxo é para dentro. A carga do lado de fora da superfície, mesmo que seja muito grande ou esteja muito próxima, não é incluída no termo q_{env} da lei de Gauss. A localização das cargas no interior da superfície de Gauss é irrelevante; as únicas coisas que importam para calcular o lado direito das Equações 6 e 7 são o valor absoluto e o sinal da carga total envolvida. A grandeza do lado esquerdo da equação 7, por outro lado, é o campo elétrico produzido por todas as cargas, tanto as que estão do lado de dentro da superfície de Gauss como as que estão do lado de fora. Isso pode parecer incoerente, mas é preciso ter em mente o seguinte fato: A contribuição do campo elétrico produzido por uma carga do lado de fora da superfície gaussiana para o fluxo através da superfície é sempre nula, já que o número de linhas de campo que entram na superfície devido a essa carga é igual ao número de linhas que saem.

Potencial Elétrico e Energia Potencial Elétrica: Como vamos definir o potencial elétrico (ou, simplesmente, potencial) em termos da energia potencial elétrica, nossa primeira tarefa é descobrir como calcular a energia potencial elétrica. No caso da energia potencial gravitacional U de um objeto, atribuindo arbitrariamente o valor $U = 0$ a uma configuração de referência (como a posição de um objeto no nível do solo), determinando o trabalho W que a força gravitacional realiza quando o objeto é deslocado para outro nível mais elevado definindo a energia potencial pela equação

$$\Delta U = U_f - U_i = -W \quad (\text{Eq. 8})$$

Vamos aplicar o mesmo método à nossa nova força conservativa, a força elétrica. Consideremos a energia potencial U do sistema formado por uma barra carregada e uma carga de prova positiva q_0 situada no ponto P . Vamos definir uma configuração de referência para a qual $U = 0$. Uma escolha razoável é supor que a energia potencial é nula quando a carga de prova está a uma distância infinita da barra, já que, nesse caso, ela não é afetada pelo campo elétrico produzido pela barra. O passo seguinte consiste em calcular o trabalho necessário para deslocar a carga de prova do infinito até o ponto P . A energia potencial da configuração final é dada pela Eq. 8, em que W agora é o trabalho

realizado pela força elétrica sobre a carga de prova. Vamos usar a notação W_∞ para indicar que nossa configuração de referência é com a carga a uma distância infinita da barra. O trabalho (e, portanto, a energia potencial) pode ser positivo ou negativo, dependendo do sinal da carga da barra. Vamos agora definir o potencial elétrico V no ponto P em termos do trabalho realizado pelo campo elétrico e a energia potencial resultante:

$$V = \frac{U}{q_0} \quad (\text{Eq. 9})$$

Em palavras, o potencial elétrico em um ponto P é a energia potencial por unidade de carga quando uma carga de prova q_0 é deslocada do infinito até o ponto P . A barra cria esse potencial V no ponto P , mesmo na ausência da carga de prova. O potencial elétrico é uma grandeza escalar, já que tanto a energia potencial como a carga são grandezas escalares.

A unidade de medida para o potencial elétrico dentro do sistema internacional (SI) é o joule por coulomb. Essa combinação é tão frequente que foi criado um nome especial, o volt (V) para representá-la. Assim,

$$1 \text{ volt} = 1 \text{ joule por coulomb.}$$

Usando duas conversões de unidades, podemos substituir a unidade de campo elétrico, newtons por coulomb, por uma unidade mais conveniente, volts por metro:

$$1 \text{ N/C} = 1 \left(\frac{\text{N}}{\text{C}} \right) \left(\frac{1 \text{ V} \cdot \text{C}}{1 \text{ J}} \right) \left(\frac{1 \text{ J}}{1 \text{ Nm}} \right) = 1 \text{ V/m} \quad (\text{Eq. 10})$$

2.4 Superfícies equipotenciais.

Os pontos de uma superfície equipotencial têm o mesmo potencial elétrico. O trabalho realizado sobre uma carga de prova para deslocá-la de uma superfície equipotencial para outra não depende da posição dos pontos inicial e final nas superfícies nem da trajetória seguida pela carga de prova. O campo elétrico é sempre perpendicular às superfícies equipotenciais correspondentes. A diferença de potencial elétrico entre dois pontos i e f é dada por

$$V_f - V_i = - \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{S} \quad (\text{Eq. 11})$$

em que a integral pode ser calculada ao longo de qualquer trajetória que ligue os dois pontos. Se a integração for difícil para uma dada trajetória, podemos escolher uma trajetória para a qual a integração seja mais fácil.

Se fizermos $V_i = 0$, o potencial em um ponto qualquer será dado por

$$V = - \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{S} \quad (\text{Eq. 12})$$

2.5 Definição para capacitores e unidade de medida

Determinados corpos tem a capacidade de armazenar cargas elétricas, quando um corpo possui essa característica como predominante chamamos de capacitor. A quantidade de carga que um corpo é capaz de armazenar é chamada de capacitância. O modelo de capacitor para compreensão simplificada é o de placas planas e paralelas. Quando cada uma dessas placas tem cargas de mesmo valor, mas de sinais opostos dizemos que ele está carregado, de tal maneira que a carga total desse capacitor é zero. Nessa situação existe entre as placas uma diferença de potencial (V), a carga q e a diferença de potencial V em um capacitor são proporcionais:

$$q = CV \quad (\text{Eq. 13})$$

No caso, existe uma constante de proporcionalidade que é C e chamamos de capacitância. Unidade de medida é o Farad, e representa a razão entre coulomb e volt.

$$1 \text{ Farad} = 1F = 1 \text{ Coulomb por Volt} = \frac{1C}{V} \quad (\text{Eq. 14})$$

Figura 3. Modelos variados de capacitores



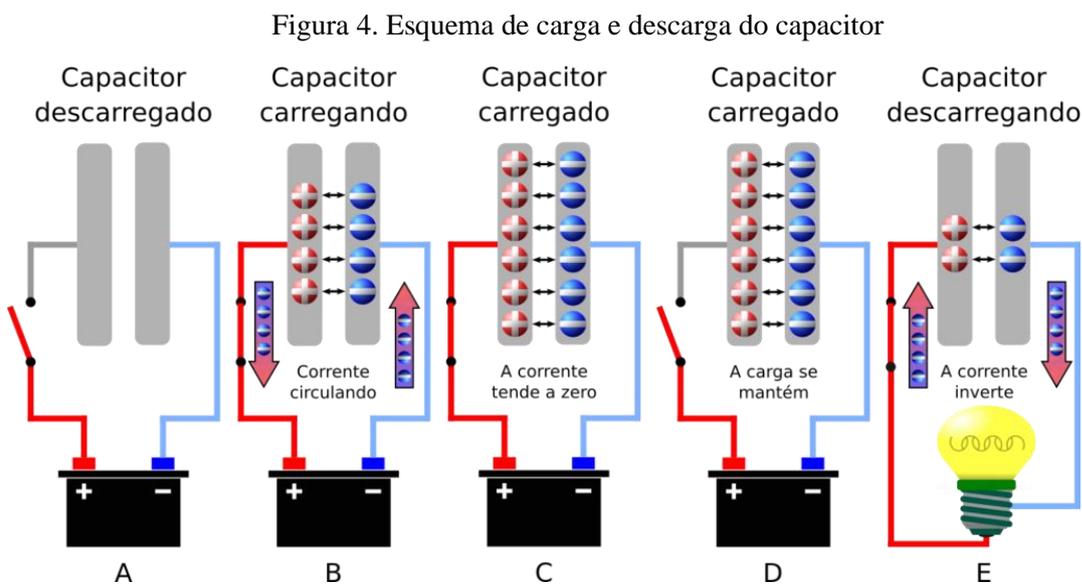
Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/capacitores.htm>

2.6 Funcionamento de um capacitor de placas planas

Para mostrar a maneira como podemos carregar um capacitor temos a figura 4. Ligamos nas placas dele, terminais para ligar externamente uma fonte de alimentação e um interruptor completando o circuito com uma bateria para fonte de alimentação mostrado em A, em seguida ao fechar o circuito vamos aplicar uma diferença de potencial

entre as placas de maneira que os elétrons livres na placa e nos fios condutores ligados ao positivo da bateria seguem atraídos por esse polo da fonte, ficando com falta de elétrons e portanto, carregado positivamente, enquanto que os elétrons da placa e dos fios condutores ligados ao negativo ficam atraídos pela placa positiva e repelidos pelo excesso no polo negativo da fonte, ficando negativamente carregada, conforme mostrado em B, momento em que chamamos de carregamento do capacitor, mantendo-se assim uma corrente de carga que irá cessar quando o capacitor estiver com o mesmo potencial da fonte de alimentação, nesse momento, mostrado em C, temos o capacitor carregado. As duas placas do capacitor possuem igual quantidade de cargas elétricas, mas de sinais diferentes daí a necessidade de trabalhar com a carga elétrica de uma das placas nas demonstrações dos cálculos específicos do capacitor formado por duas placas. Mesmo após retirar a fonte de alimentação a carga do capacitor se mantém, pois, as cargas não têm como irem de uma placa a outra e nem retornar pelo circuito aberto, como mostrado em D.

Para que se descarregue o capacitor é necessário que se estabeleça um circuito externo de descarga, permitindo que os elétrons em excesso de uma das placas possam ir para a placa que se encontra com falta de elétrons, desfazendo assim a carga que existia em função da diferença de potencial que se mantinha no capacitor quando carregado, através desse circuito estabelece-se a corrente de descarga e é sugerido na figura em E.



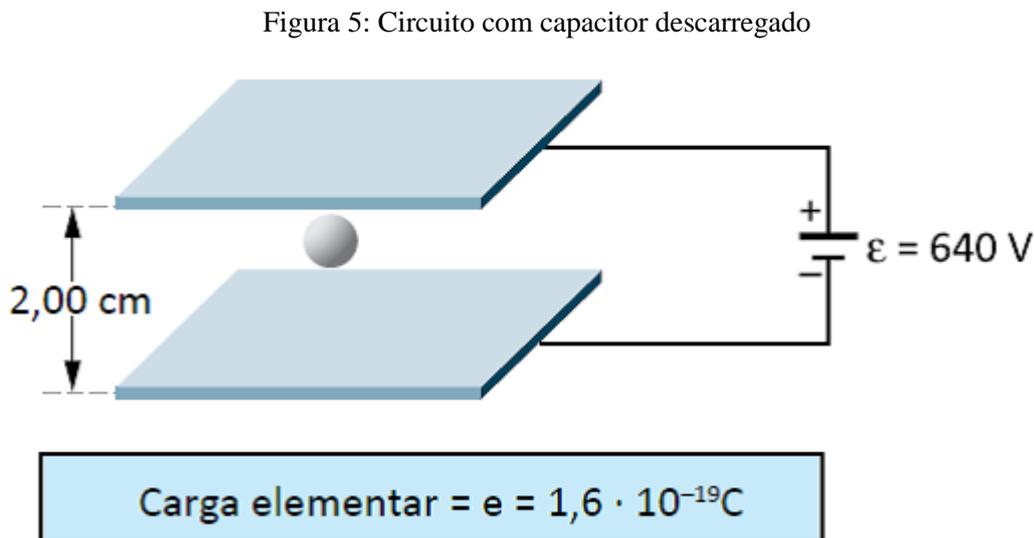
Fonte: <https://nets-nuts.com.br/electronica/capacitor-variavel-feito-em-casa-que-funciona/>

Carga do capacitor

Uma forma de carregar um capacitor é colocá-lo em um circuito elétrico com uma bateria. Circuito elétrico é um caminho fechado que pode ser percorrido por uma corrente elétrica. Bateria é um dispositivo que mantém uma diferença de potencial entre dois terminais (pontos de entrada e de saída de cargas elétricas) por meio de reações eletroquímicas nas quais forças elétricas movimentam cargas no interior do dispositivo.

Cálculo da capacitância

Na Figura 4 mostramos um circuito esquemático no qual os símbolos de bateria, chave e capacitor representam esses dispositivos. A bateria mantém uma diferença de potencial V entre os terminais. O terminal de maior potencial é indicado pelo símbolo $+$ e chamado de terminal positivo; o terminal de menor potencial é indicado pelo símbolo $-$ e chamado de terminal negativo



Fonte: <https://www.google.com/search?q=carga>

O campo elétrico é um campo vetorial e consiste em uma distribuição de vetores campo elétrico \vec{E} , um para cada ponto de uma região em torno de um objeto eletricamente carregado.

Dizemos que o circuito está interrompido quando a chave S está aberta e, portanto, não existe uma ligação elétrica entre os terminais. Quando a chave é fechada, passa a existir uma ligação elétrica entre os terminais, o circuito fica completo e cargas começam a circular pelos componentes do circuito. Como vimos, as cargas que se movem em um material condutor, como o cobre, são elétrons.

Quando o circuito da Figura 4 é completado, elétrons são colocados em movimento nos fios pelo campo elétrico criado pela bateria. O campo elétrico faz os elétrons se deslocarem da placa a do capacitor para o terminal positivo da bateria; a perda de elétrons faz com que a placa a fique positivamente carregada. O campo desloca o mesmo número de elétrons do terminal negativo da bateria para a placa b do capacitor; o ganho de elétrons faz com que a placa b fique negativamente carregada. As cargas da placa a e da placa b têm o mesmo valor absoluto. No instante em que a chave é fechada, as duas placas estão descarregadas e a diferença de potencial é zero. À medida que as placas vão sendo carregadas, a diferença de potencial aumenta até se tornar igual à diferença de potencial V entre os terminais da bateria. Ao ser atingido o novo equilíbrio, a placa a e o terminal positivo da bateria estão no mesmo potencial, e não existe um campo elétrico no fio que liga esses dois pontos do circuito. O terminal negativo e a placa b também estão no mesmo potencial, e não existe um campo elétrico nos fios que ligam o terminal negativo à chave S e a chave S à placa b.

Uma vez que o campo elétrico nos fios do circuito é zero, os elétrons param de se deslocar; dizemos então que o capacitor está totalmente carregado, com uma diferença de potencial V e uma carga q relacionadas pela Equação 13 vamos supor que, durante a carga de um capacitor e depois que o capacitor está totalmente carregado, as cargas não podem passar de uma placa para a outra pelo espaço que as separa. Vamos supor também que um capacitor é capaz de conservar a carga indefinidamente, a menos que seja descarregado por meio de um circuito externo

Cálculo do campo elétrico: Utilizamos a lei de Gauss para relacionar o campo elétrico (\vec{E}) que surge entre as placas de um capacitor com a carga elétrica (q) em uma das placas:

$$\epsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = q \quad (\text{Eq. 7})$$

Sendo que q é a carga envolvida por uma superfície gaussiana simétrica com a placa do capacitor e $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$ é o fluxo do campo elétrico que atravessa a superfície gaussiana.

Para casos em que em que o fluxo apresente campo elétrico \vec{E} com módulo constante e os vetores \vec{E} e $d\vec{A}$ forem paralelos, a equação 7 reduz para:

$$q = \epsilon_0 EA \quad (\text{Eq. 15})$$

O cálculo da diferença de potencial está determinado pela equação 15, a integral deve ser calculada ao longo de uma trajetória que inicia em uma das placas até a outra, na bibliografia que seguimos adota-se da placa negativa em direção a placa positiva e a trajetória dos vetores \vec{E} e $d\vec{s}$ têm sentidos opostos e seu produto escalar $\vec{E} \cdot d\vec{s}$ é igual a $-E \cdot ds$

Assim se chamamos de V a diferença $V_f - V_i$, a equação 15 torna-se a partir desse campo \vec{E} , calculamos o potencial elétrico V que existirá entre as placas usando a equação

$$V_f - V_i = - \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad (\text{Eq. 11})$$

E com esse resultado voltamos a equação para determinar o valor da capacitância (C).

$$C = \frac{q}{\Delta V} \quad (\text{Eq. 16})$$

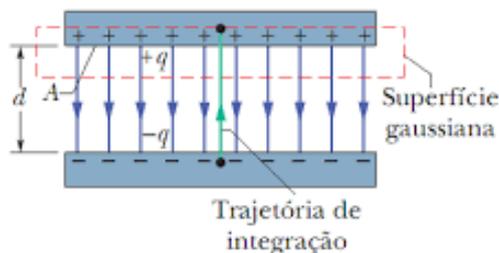
$$[C] = [F] \quad (\text{Eq. 17})$$

Vamos analisar os fatores que influenciam na capacitância de acordo com a forma geométrica do capacitor.

2.6.1 Capacitor de Placas Paralelas

O exemplo para o funcionamento do capacitor dado na seção 2.6 é o de placas planas e paralelas. No caso consideremos que as placas estejam próximas e que o campo elétrico \vec{E} seja constante em toda região entre as placas. Para uma superfície gaussiana envolvendo a q da placa positiva conforme a figura 6:

Figura 6: Superfície gaussiana sobre a carga q na placa positiva



Fonte: Halliday (2009)

Para esse caso temos a equação 15 que volta a aparecer como:

$$q = \varepsilon_0 EA$$

Isolando E

$$E = \frac{q}{\varepsilon_0 A} \text{ [N/C]}$$

Onde A é a área da placa.

Utilizando a equação 12 para casos especiais teremos:

$$V = \int_{-}^{+} E ds = E \int_0^d ds$$

$$V = E \cdot d \quad (\text{Eq. 18})$$

Substituindo o campo elétrico

$$V = \frac{q}{\varepsilon_0 A} d$$

$$C = \frac{q}{\Delta V} = \frac{q}{\frac{q}{\varepsilon_0 A} d}$$

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d} \quad (\text{Eq. 19})$$

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida na escola Estadual de Ensino Médio José Ribamar Batista com quatro turmas de terceiros anos que juntas somam 137 alunos matriculados. A princípio a sequência didática seria aplicada apenas para uma turma, mas aumentamos a quantidade de turmas e alunos, pois a organização dos horários da escola contribuiu para que pudéssemos realizar dessa maneira, aumentando os dados a coletados. A escola é localizada em uma região periférica de Rio Branco, capital do Acre, e atende a jovens de bairros que historicamente apresentam índices de violência elevado e é considerada área de risco social para os alunos. É comum conhecermos a realidade vivida por esses alunos e as dificuldades familiares que envolvem o caráter social e econômico.

A sequência didática foi aplicada dentro do plano de curso proposto pela escola, aguardamos o decorrer das aulas para poder aplicar sem alterar a sequência que já estava em andamento, para que os alunos pudessem realizar as atividades propostas de maneira natural espontânea.

3.1 Tipo de pesquisa desenvolvida: Qualitativa

A aplicação das aulas previstas na sequência didática com a proposta baseada nos eixos estruturantes da alfabetização científica, visa verificar se são identificados os indicadores de alfabetização científica nas atividades dos alunos. Os dados foram coletados seguindo

- a participação dos alunos através dos debates, perguntas orais, trocas de experiências e a execução de ações que possamos associar aos indicadores, durante a apresentação do experimento;
- através de aplicação de questionário de múltipla escolha com três alternativas em que eles possam opinar sobre sua participação na aula e interação com o experimento;
- observando os cadernos e as anotações que eles realizarem ao longo da aula sobre o experimento de carga e descarga de capacitores. Os cadernos de anotações dos alunos são dados que foram fotografados e apresentados para análise em busca das evidências que pudessem ser associadas aos indicadores de alfabetização científica, caso apareçam e como eles aparecem.

A aula teve de uma apresentação teórica em um primeiro momento e uma aula com Demonstração Investigativa, que é uma dinâmica que visa promover a Alfabetização

Científica e que é sugerido na obra de Sasseron e Machado (2017). O conteúdo escolhido dentro do plano de curso do terceiro ano do ensino médio da escola escolhida é dentro da Eletrostática, mas que reúne vários conceitos da eletrodinâmica. A pesquisa foi baseada em observações e análise dos dados obtidos em respostas apresentadas pelos alunos e que indicaram momentos que assemelham ao processo de alfabetização científica, incluindo uma análise feita em uma roda de conversas entre os alunos e o professor, antes e após a aplicação do experimento.

A pesquisa tem caráter qualitativo quando analisamos os indicadores de alfabetização científica através da maneira como os alunos em diferentes maneiras podem responder ao processo de investigação que foi proposto, acontecendo diante do experimento através da participação oral, resposta de questionário objetivo e anotações das observações feitas na apresentação do experimento.

O critério da observação ao momento do estudo dos alunos como levantamento de dados para nossa pesquisa é em consideração ao fato que a maneira como cada indivíduo pode interpretar e entender o que está diante de si depende de toda a sua formação como pessoa, de sua história pessoal e grupo social que ele pertence (LUDKE, 1986), dessa maneira esperava-se que os alunos apresentassem respostas com escritas diferente uns dos outros aumentando as chances de encontrarmos os indicadores de alfabetização científica.

A atenção para o direcionamento do que se deseja observar passa por definir os momentos exatos de observação, manter e delimitar o foco no nosso objeto de pesquisa, para nossa aplicação e observação dos resultados esperados, a experiência do observador também influi nessas definições, uma vez que outras versões do experimento apresentado já fazia parte das dinâmicas utilizadas por nós, assim atendendo o recomendado nas definições para abordar de maneira qualitativa dados de observação em uma pesquisa (LUDKE, 1986).

A pesquisa qualitativa leva em consideração os fatores sociais e históricos dos indivíduos envolvidos na pesquisa. Por esse conceito, procuramos fortalecer que a alfabetização sendo a maneira de usar conscientemente o que se aprende, a pesquisa qualitativa nos ajudaria a identificar, mesmo que de maneira subjetiva, os indicadores de alfabetização científica em quantidade e momentos diversos, e é isso que pretendemos despertar nos alunos. É o que podemos interpretar da pesquisa científica em educação

Ela possibilita uma aproximação e um entendimento da realidade a investigar. A pesquisa é um processo permanentemente inacabado. Processa-se por meio de aproximações sucessivas da realidade, fornecendo-nos subsídios para uma intervenção no real. A pesquisa científica é o resultado de um inquérito ou exame minucioso, realizado com o objetivo de resolver um problema, recorrendo a procedimentos científicos.
(SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009, p. 31).

Para o que desejamos na nossa pesquisa elaboramos a aula com objetivo de desenvolver as habilidades que estão listadas na BNCC (BRASIL,2018) e procuramos os indicadores de alfabetização científica de Sasseron (2008) nas ações de participação dos alunos, através de conversas e debates durante a apresentação do experimento e nas anotações que eles realizaram.

Os indicadores segundo Sasseron (2008) estão no quadro 04

Quadro 04: Indicadores de Alfabetização científica enumerados

	Indicadores	Descrição
01	Seriação de informações	Deve surgir quando se busca o estabelecimento de bases para a ação investigativa. Essa categoria não prevê uma ordenação para as informações: pode ser um rol, lista de dados trabalhados, materiais disponíveis etc.
02	Organização de informações	Ocorre nos momentos em que se discute como um trabalho foi realizado. Esse indicador pode ser vislumbrado quando se explicita a busca por um arranjo nas informações disponíveis e pode surgir tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão.
03	Classificação de informações	Aparece quando se busca esclarecer características comuns para os dados obtidos, podendo haver uma hierarquia para essas informações. Entretanto, o aparecimento dessa hierarquia não é condição para a classificação de informações; constitui-se em um indicador voltado para a ordenação e a relação dos elementos com os quais se está a trabalhar.

04	Raciocínio Lógico	Compreende o modo como umas ideias são desenvolvidas e apresentadas. Relacionam-se, pois, diretamente com a forma como o pensamento é exposto.
05	Raciocínio proporcional	Assim como o raciocínio lógico, é o que dá conta de mostrar o modo que se estrutura o pensamento, além de se referir também à maneira como as variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que existir entre elas.
06	Levantamento de hipóteses	Aponta momentos em que suposições sobre determinado tema são levantadas. Esse levantamento de hipóteses pode surgir tanto na forma de afirmação como de pergunta, atitude dos cientistas quando se defronta com um problema.
07	Teste de hipóteses	Refere-se às etapas em que se coloca a prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto na manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.
08	Justificativa	Aparece quando em uma afirmação proferida se lança mão de uma garantia para o que é proposto. Com isso, a afirmação ganha aval, tornando-se mais segura.
09	Previsão	Indicador que é explicitado quando se afirmar uma ação e/ou fenômeno que se sucede associados a determinados acontecimentos.
10	Explicação	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação sucede uma justificativa para o problema, mas é possível encontrar explicações que não recebem essas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que

		certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões.
--	--	---

Fonte: Elaborado a partir dos indicadores de Alfabetização científica de Sasseron (2017, p.20).

Enumeramos os indicadores e utilizamos esse quadro como referência para elaborar o momento de análise de dados na investigação das evidências dos indicadores e de acompanhamento após as atividades executadas pelos alunos dentro da aula. Esse momento é de comparações da opinião do aluno sobre as observações feitas ao experimento, suas anotações e a expectativa diante do que sugere os indicadores de alfabetização científica no quadro 4. Para elaboração da aula propomos como partida as habilidades a serem desenvolvidas de acordo com a BNCC. O quadro 01 de habilidades do ENEM, está junto com a proposta dos eixos estruturantes da alfabetização científica e serão atendidos dentro da aula com a atividade proposta pelo professor da maneira como está no quadro 5:

Quadro 05: Relação das habilidades, eixos estruturantes e atividades das aulas

Habilidade BNCC	Eixo Estruturante AC	Atividade na aula
EM13CNT101	EIXO 1	Na interação com o experimento que o aluno possa perceber que existem transformações de energia acontecendo.
EM13CNT107	EIXO 1	Na observação do experimento reconhecer o funcionamento de um circuito elétrico simples.
EM13CNT205	EIXOS 1 e 3	Através da Demonstração Investigativa sobre carga e descarga de capacitores dialogar sobre transformações de energia, circuitos, capacitância e reaproveitamento de materiais.
EM13CNT301	EIXO 1	Na apresentação da Demonstração investigativa permitir que haja a interação, questionamento, propostas de uso, sobre a experimentação. A explicação não será total, mas aguardando que a partir dos conceitos apresentados na aula teórica de eletrostática, os alunos criem conjecturas acerca do que está sendo exposto.
EM13CNT302	EIXOS 1 e 3	Após as observações e intervenções das aulas, os alunos em grupos devem eleger uma breve proposta de intervenção para evitar a produção de lixo eletrônico e falar sobre os capacitores.
EM13CNT308	EIXOS 3	Possibilitar que o aluno perceba a relação de aparelhos que utilizam capacitores com o experimento da demonstração investigativa da aula. Estabelecer relação de carga e descarga

		dos capacitores com cuidados com a alta tensão ou raios.
--	--	--

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos quadros 1,2,3 e 4.

A ordem das atividades não está descrita nesse quadro, apenas a maneira como elas se relacionam com o eixo estruturante e as habilidades da BNCC, na descrição do desenvolvimento dos momentos da sequência didática apresentaremos a dinâmica que será desenvolvida com maiores detalhes.

3.2 Sequência didática

A sequência que será aplicada prevê quatro momentos que são aulas de duração de 1 hora. A distribuição dessas horas depende de como os horários da escola estarão distribuídos, ou quatro encontros de uma hora, ou dois encontros de duas horas, mas em qualquer das situações as dinâmicas serão as mesmas.

Dentro do plano de curso da escola, as aulas de física do terceiro ano, iniciam-se com o conteúdo de eletrodinâmica por dois motivos: ao elaborar o plano de curso da escola os professores da disciplina entendem que a abordagem de eletrodinâmica por mais tempo e desde o início do ano favorece o aluno a ter mais contato com o conteúdo durante o ano letivo podendo entender e se envolver cada vez mais com o conteúdo, já que podemos apresentar circuitos e grandezas elétricas em várias outras oportunidades ao longo do curso, e, fazendo uma pesquisa rápida pela internet podemos verificar que a eletrodinâmica é um dos conteúdos de física mais presentes no ENEM, e a escola prevê sempre trabalhar as aulas voltadas para que o aluno possa atingir êxito nessa avaliação. Porém, a eletricidade não se resume apenas ao que ela é na prática, temos ainda uma boa relação com o eixo estruturante 2 da alfabetização científica que destaca importância de conhecer a construção dos conceitos, e a eletricidade estática é a origem e tem muita relação prática com a eletrodinâmica. Essa relação prática fica muito evidente em um componente específico que é o capacitor, que nos ajuda a mostrar alguns fenômenos que em escalas muito pequenas, das cargas isoladas e estáticas, não poderíamos mostrar.

Pretendemos que os momentos das aulas sejam desenvolvidos da seguinte maneira descrita na tabela 1:

Tabela 01: Momentos da sequência didática

Aula	Tema	Tempo
01	Problemática inicial: Conceitos de eletrostática através de processos de eletrização	1 hora aula
02	Conceitos de força e campo elétrico.	1 hora aula
03	Representação do capacitor e suas aplicações: demonstração investigativa com o carregador e descarregador de capacitores.	1 hora aula
04	Atividade de apresentação e considerações sobre as aulas com exercícios	1 hora aula

Fonte. O próprio autor

➤ **Momento aula 01. Problemática inicial**

A aula introdutória dessa unidade de estudo é baseada nos conceitos da eletrostática, é iniciada com a apresentação do experimento de eletrização. Eletriza-se alguns objetos e apresentamos o conceito dos processos de eletrização que são possíveis: atrito, indução e contato.

A apresentação do experimento consiste em utilizar um cano de PVC e uma sacola plástica. Atrita-se a sacola plástica contra o cano e aproxima-se de uma bolinha de papel pendurada em uma haste por um fio de cabelo e observa-se o processo de atração da bolinha para o cano; em seguida permitindo-se que a bolinha encoste no cano, atrita-se novamente o cano de PVC na sacola plástica e aproximando-se novamente da bolinha verifica-se o processo de repulsão.

A intenção é mostrar que existe a presença de um campo e uma força, também explicar que houve a movimentação das cargas elétricas nos materiais, resultando o efeito de atração e repulsão do pêndulo.

Nessa aula apresentamos, de maneira introdutória, as placas de circuitos eletrônicos visando manter a ligação com o conteúdo do momento 3 das aulas, quando vamos mostrar os capacitores e seu funcionamento de maneira prática. Esse momento representa a introdução da sequência didática.

➤ **Momento aula 02. Conceitos da eletrostática**

Até esse momento os conteúdos apresentados pretenderam que os alunos perceberem o contexto prático da aplicação da eletricidade nos circuitos eletroeletrônicos e sua relação em uma situação específica que é o uso e descarte de aparelhos elétricos, sugerindo que o aluno precisa ter consciência sobre esse assunto. Para um melhor entendimento da parte histórica da eletricidade vamos realizar uma aula expositiva sobre a eletrostática.

1. A constituição da matéria: com suporte do livro didático fazer uma explanação sobre a história do átomo, sua constituição e estrutura da matéria.

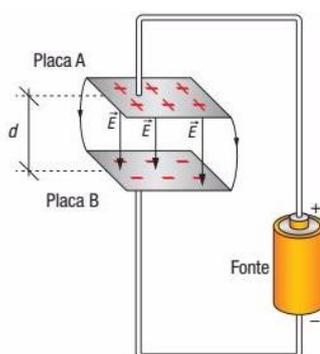
2. Processos de eletrização: apresentar as três maneiras como se pode eletrizar um objeto. Essa parte da aula é acompanhada de uma demonstração investigativa com uso de canudos plásticos e papel. Atritar o canudo e atrair pequenas bolinhas de isopor ou papel. Também podemos fazer uso de um simples pêndulo eletrostático para mostrar os processos de eletrização: atrito, contato e indução.

3. Campo elétrico: apresentar o conceito de campo elétrico de maneira histórica falando sobre Michael Faraday e a maneira como o campo elétrico contribui para o acúmulo de cargas nos terminais de uma pilha e bateria. Esse momento da aula promove uma interdisciplinaridade com a Química.

4. Força elétrica: Apresentar a relação do campo elétrico e a resultante de interação com o campo, que é a força elétrica, demonstrando como existem semelhanças pelas propriedades da matéria entre força e campo elétrico com campo e força gravitacional. Cabe ainda um destaque para a formulação das leis de gravitação universal e a lei de Coulomb, dando um destaque para a importância histórica do cientista Charles Coulomb.

5. Tensão e energia potencial elétrica: Como estamos tratando do campo elétrico vamos adicionar o conceito de tensão elétrica a partir do trabalho da força elétrica sobre uma carga elétrica. É nesse momento que apresentamos o primeiro conceito de capacitor mostrando a relação existente entre o funcionamento do componente com os conceitos de campo elétrico e cargas elétricas. Nesse momento também apresentamos o resistor, pois juntos, são componentes muito comuns em circuitos eletrônicos.

Figura 1. Representação de placas eletrizadas



Fonte: Física: tecnologia e interação – volume 3

6. Modelo de corrente elétrica nos metais: por fim nesse encontro vamos apresentar o modelo de corrente elétrica pela movimentação das cargas elétricas através

de um condutor de eletricidade em um intervalo de tempo, causada pela ação de um campo elétrico.

Todos esses seis itens que compõem a aula sobre a eletrostática estão no livro de física em uso na escola em que o experimento é aplicado (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2016, p.68).

➤ **Momento aula 03 Representação do capacitor e suas aplicações: demonstração investigativa com o carregador e descarregador de capacitores.**

Nesse momento da aula vamos utilizar uma problematização inicial rápida sobre as placas de aparelhos eletrônicos, essas placas têm o aspecto da foto 01 e são encontradas em aparelhos que são descartados após a sua inutilização.

Foto 01: Exemplos de placas eletrônicas encontradas em sucatas



Fonte: próprio autor.

Ao dispor dessas placas em um ambiente de sala de aula para exposição aos alunos é interessante confrontar as imagens, que podem estar em uma abordagem na internet ou no livro didático, com o aspecto real dos componentes nas placas, sem esquecer que elas constituem lixo eletrônico, mas que ainda possuem elementos que podem funcionar na eletricidade. Essa comparação acontece de acordo com o se tenha a disposição: a internet, o livro didático ou apenas o quadro, no momento da aplicação da aula da sequência didática, serve como demonstração sobre o lixo eletrônico, mas na aplicação de componentes que são os agentes práticos dos fenômenos relacionados a todas as grandezas elétricas que são vistas teoricamente ao longo do terceiro ano do ensino médio.

Pensando no modelo do novo ensino médio, é elemento motivador para séries anteriores, para que o aluno possa optar por rotas de aprofundamento na área de ciências da natureza.

Nos estudos feitos sobre a alfabetização científica e sua relevância na formação cidadã encontramos

Indivíduos Cientificamente alfabetizados poderão ter melhores e maiores oportunidades profissionais, além de sentirem-se mais seguros para responder à demanda advinda das novas tecnologias. Também serão mais hábeis na avaliação, desde aspectos ligados diretamente ao bem-estar [...] até assuntos de contexto econômico, político e social relacionado ao progresso e à utilização da Ciência. (Sant'ana et al., 2005, p. 3).

O que nos inspira a aplicar metodologias de alfabetização científica é buscar ajudar ao aluno a desenvolver suas capacidades que auxiliem no exercício da cidadania, para possibilitar esse indivíduo a exercer seus deveres, exigir e questionar seus direitos, através do conhecimento sobre Ciência (VALLE, *et al.*2020), para isso elaboramos uma sequência didática que aborda conceitos de eletrostática, com apresentação de experimento de eletrização e em seguida outro de carga e descarga de capacitores. Vamos utilizar o conteúdo dos conceitos sobre funcionamento de Capacitores como elemento motivador e problematizador que possa instigar o aluno a desenvolver alguns dos indicadores da alfabetização científica. O componente capacitor é encontrado facilmente em sucatas de aparelhos eletrônicos, também podem ser adquiridos em lojas físicas especializadas, ou ainda através de sites de vendas via internet. São componentes que apresentam descrito em seu corpo as características elétricas de seu funcionamento a saber:

- **Capacitância:** o valor da capacidade de carga a ser acumulada no componente. Unidade de medida da capacitância é o Farad, mas devido ao fato de ser uma unidade muito grande, os componentes normalmente vêm com a indicação em submúltiplos, como por exemplo os nanofarad (nF) ou microfarad (μ F). Observação: para os efeitos esperados no experimento de carga e descarga utilizando o carregador produzido por nós usaremos capacitores de valores práticos considerados altos.
- **Tolerância:** os componentes eletroeletrônicos na prática são produzidos em larga escala comercial, estão sujeitos a variações na construção física e, portanto, podem variar um pouco o valor da capacitância, que conforme já foi apresentado é dependente da construção física das placas e sua separação. Essa tolerância varia de 1% até 20% do valor de face do componente e representa

os valores mínimos e máximos em que a capacitância deve estar para que seja considerado em funcionamento normal. Variações maiores do que a tolerância apresentada significa que o componente está defeituoso.

- Tensão de trabalho: o valor da diferença de potencial a ser aplicada entre as placas do capacitor através de seus terminais é apresentada em Volts. Esse é um dado importante em nosso experimento, pois o carregador proposto é ligado direto à rede elétrica de tensão alternada de 127Vac.

O capacitor a utilizado é do tipo eletrolítico polarizado. O modelo que utilizamos no experimento foi retirado de uma sucata de transmissor de rádio antigo.

A dinâmica para esse momento prevê o uso de um experimento em demonstração investigativa. Para Carvalho (2013) normalmente as demonstrações investigativas são utilizadas quando os experimentos trabalhados oferecerem algum tipo de risco aos estudantes e são executados pelo professor e apenas observado pelos alunos.

Sasseron e Machado (2017) afirmam que a demonstração investigativa também pode ser aplicada em uma situação de pouco tempo para trabalhar o experimento ou uma quantidade elevada de alunos para poder acompanhar as discussões que podem aparecer.

A demonstração investigativa é uma estratégia que pode ser utilizada em sala de aula, principalmente quando o professor não tem a sua disposição material e número suficiente para ser trabalhado por todos os grupos ou quando representa algum grau de periculosidade. trata-se também de uma abordagem adequada quando há pouco tempo para abordar o conteúdo, pois esta atividade pode ser realizada em apenas uma aula. (SASSERON e MACHADO, 2017, p.54).

O experimento que foi proposto para essa aula é uma montagem que pode carregar e descarregar um capacitor através de um circuito elétrico que contém uma fonte de tensão e lâmpadas ligadas em série para poder visualizar um fenômeno que sugere a movimentação das cargas elétricas.

A montagem do experimento é apresentada na foto 02:

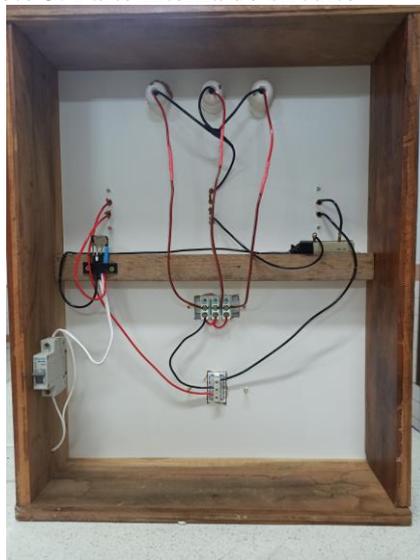
Foto 02: parte externa do experimento



Fonte: Elaborado pelo autor.

A parte externa do experimento aparece na foto 2, sendo que será apresentado para os alunos tanto a parte externa como a interna representada na foto 3.

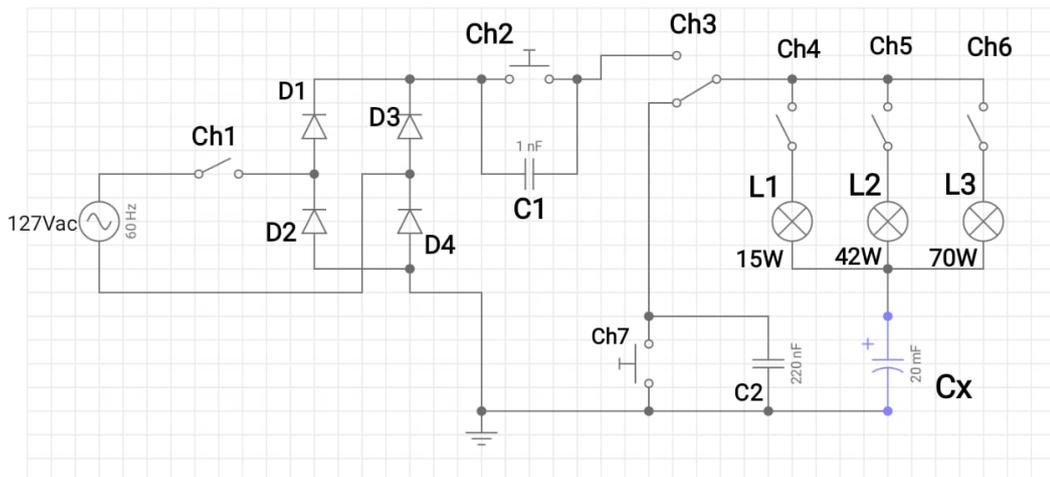
Foto 3: Parte interna do circuito



Fonte: Próprio Autor

O esquema elétrico do circuito é dado na figura 07 e foi feito utilizando o aplicativo gratuito da loja de aplicativos play store no sistema operacional Android, Every Circuit,

Figura 7: Esquema elétrico do carregador/descarregador de capacitores



Fonte: elaborado pelo autor

Os componentes envolvidos na montagem do carregador/descarregador de capacitores são:

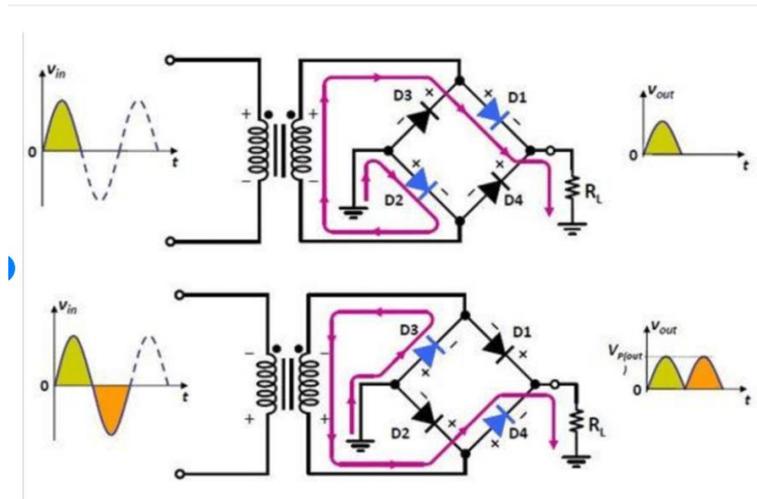
- 1- Entrada da fonte de energia elétrica em 127 V em corrente alternada;
- 2- Ch 1: disjuntor de ligação geral;
- 3- D1 – D4: diodos retificadores, que no caso dessa montagem trata-se de uma ponte retificadora, modelo G2SB60, retirada de uma placa de monitor de computador modelo de tubo de raios catódicos (antigo);
- 4- Ch 2 e Ch7: Push Buton, que no caso da nossa montagem foram usados dois interruptores tipo campainha normalmente aberto. Tem a função de fechar o circuito apenas quando são pressionados.
- 5- Ch 3: Chave comutadora de duas posições;
- 5- C1 e C2: Capacitores Supressores. Vejamos que na montagem já se aplica os princípios básicos dos capacitores que podem funcionar como supressores de faíscas no interior dos interruptores, aumentando assim a vida útil dos interruptores; São capacitores de valores de 1 até 800 nanofarad do tipo não polarizado. Essa informação é relevante para fazer as comparações sobre as dimensões de um capacitor e suas diferentes aplicações.
- 6- Ch 4, Ch 5 e Ch 6: formam um interruptor triplo colocado no centro do experimento e que fecham o circuito de maneira permanente com as lâmpadas em série com o capacitor.
- 7- L1: lâmpada incandescente de 15W
- 8- L2: lâmpada incandescente halógena de 42W
- 9- L3: lâmpada incandescente halógena de 70W

10- C_x : Capacitor que fecha o circuito durante a carga ou descarga.

Funcionamento da montagem: carga

O circuito é ligado diretamente a rede elétrica em tensão de 127Vac. (Percebemos aqui que temos a oportunidade de verificar um indicador de investigação: diferentes tipos de corrente, a observação). Logo o Disjuntor indicado como Ch 01 liga o circuito até os diodos retificadores, que são componentes semicondutores de eletricidade, tem por característica permitir a passagem de corrente elétrica apenas em um sentido. Como a corrente alternada tem polaridade que alterna constantemente, os diodos semicondutores farão com que apenas um dos ciclos de onda da corrente alternada possa passar de acordo com a polarização que o diodo é colocado. Então vejamos o funcionamento da ponte de diodos D1 – D4 quando a corrente alternada passa por ele:

Figura 2: Funcionamento de uma ponte de diodos retificadores



Fonte- Adaptado de: https://www.researchgate.net/figure/Figura-78-Esquema-de-funcionamento-de-um-retificador-de-onda-completa-em-ponte-28-Como_fig34_323153791

Vejamos que na parte superior da figura 10 temos o semiciclo positivo de uma onda de corrente alternada que ao encontrar com os diodos D1 e D2 encontram passagem por sua polarização direta, mas não passam pelos diodos D3 e D4. Aparecendo no gráfico à direita apenas o semiciclo positivo. Na parte inferior da figura 04 temos o semiciclo negativo encontrando os diodos D1 e D2 polarizados invertidos e sem condução de corrente e os diodos D3 e D4 polarizados diretamente, permitindo assim a condução desse semiciclo que embora seja negativo, passa em polarização direta pelo diodo, transformando-se em um ciclo positivo conforme vemos no lado direito inferior da figura.

A essa montagem de diodos em ponte retificadora que retifica os dois ciclos de onda alternada chama-se ponte retificadora de onda completa. Nesse momento temos uma corrente pulsante, que não adota valores negativos, mas não se mantem com valores constantes. Para a retificação atingir a corrente contínua precisamos de um tipo de filtro para essa corrente pulsante, e aí temos mais uma aplicação dos capacitores, que por serem capazes de armazenar cargas elétricas e criar uma diferença de potencial entre suas placas devido o campo elétrico formado, ele mantém os valores estáveis durante os pulsos entre os picos da corrente pulsante, aproximando as características da corrente contínua após sua passagem e filtragem.

A ligação do capacitor em uma fonte retificadora é em paralelo com a tensão de entrada. Mas para o nosso circuito temos ainda um interruptor do tipo Push button, ou botão de apertar, que fecha o circuito penas quando é pressionado e permanecer pressionado. Essa cautela na montagem é um artifício de segurança, pois como trabalhamos com a tensão da rede elétrica é preciso garantir que em caso de acidente o interruptor abra o circuito. A chave comutadora Ch 3 garante que apenas o circuito de carga possa funcionar. O capacitor em paralelo com Ch2 e Ch 7 tem a função de evitar surgimento de faíscas entre os terminais dos interruptores. Ao fechar ou abrir o circuito os capacitores já terão uma pequena carga amortecendo a passagem brusca dos elétrons, evitando assim o surgimento das indesejadas faíscas ou centelhas que podem estragar os interruptores.

Após Ch2 o circuito entra no interruptor triplo Ch4, Ch5 e Ch6 pela comutação de Ch 3, que vão ligar uma ou mais lâmpadas ao circuito, sendo que cada interruptor liga uma lâmpada diferente. A outra extremidade da lâmpada encontra o Capacitor Cx que é um capacitor de grande capacidade de carga que então é ligado ao terminal negativo da ponte, retornando então para a fonte. Ao Conectar por contato, o capacitor de 20mF (miliFarad) e pressionar o interruptor Ch2 temos a passagem de corrente elétrica durante o período de carga do capacitor. Acendendo a lâmpada equivalente no circuito.

A potência da lâmpada é dependente do valor ôhmico do filamento, que embora varie junto com a variação de temperatura atinge uma estabilidade, e pode ser comparado ao comportamento de um resistor que limita a corrente de maneira constante obedecendo ao fator da constante de tempo para carga do capacitor:

$$\tau = R \cdot C \quad (\text{Eq. 19})$$

Para os valores de R em Ohm (Ω) e de C em Farad;

Sabemos que a potência elétrica é dada em função da corrente e resistência por:

$$P = R \cdot i^2 \quad (\text{Eq. 20})$$

Ou seja, se temos valores diferentes de potência, teremos valores diferentes de resistência e a corrente elétrica fluirá de maneira diferente até carregar o capacitor, mesmo que o capacitor não atinja sua carga máxima. Assim, ao fechar o circuito, a lâmpada acende e seu brilho cai aos poucos com o passar do tempo. Esse tempo varia de acordo com o interruptor que estiver fechado (Ch4, Ch5 e Ch6) ligando as suas respectivas lâmpadas de 15, 42 ou 70W. Esses valores de tempo podem ser calculados e admitindo-se as margens de erro tornarem-se experimentos muito interessantes, mas fogem do contexto aqui empregado.

Funcionamento da montagem: descarga

Agora que já apresentamos a uma noção do funcionamento de carga do capacitor vamos conhecer a descarga dele, pois para essa ação não usaremos o circuito de entrada nem o retificador. Ao conectar por contato o capacitor Cx no circuito e fecharmos o interruptor Ch2 vamos carregar o capacitor conforme descrito anteriormente. Ao soltar o interruptor Ch2 e agora pressionar o interruptor Ch3, ligaremos o terminal positivo do capacitor ao terminal negativo dele através da lâmpada controlada pelo interruptor triplo. Então podemos usar a lâmpada de 15W para carregar, observar o tempo de carga, e logo em seguida descarregá-lo via ch3 e a mesma lâmpada (ou até mesmo usar lâmpadas diferentes nos processos) comparando assim a proximidade dos tempos de carga e descarga do capacitor.

Uma prática feita pelo autor do trabalho é a descarga via curto-circuito nos terminais do capacitor. O efeito luminoso e acústico chama bastante atenção, podemos ter uma noção pela foto 04

Foto 04: Curto-circuito em um capacitor de 20mF carregado



Fonte: elaborado pelo autor

Com esses fenômenos de luz e som pretende-se atingir a curiosidade dos alunos, estimular o questionamento, criação de ideais, hipóteses e discussões que possam tornar o quarto momento uma aula em que os alunos possam divagar sobre o que se viu, sobre os conceitos estudados e sobre a problemática do lixo eletrônico.

A dinâmica da aula aplicada nas turmas: A aula foi conduzida no laboratório de ciências da escola de ensino médio em tempo integral José Ribamar Batista apresentado na foto 10

Foto 10: laboratório da escola da aplicação do produto



Fonte: O próprio autor, 2022

O experimento foi colocado à disposição dos alunos e a orientação dada a eles foi para de realizarem perguntas sobre o experimento, anotarem as sugestões sobre como funciona e para que serve.

Os alunos inicialmente apenas observaram o aparelho e analisaram suas partes e o que provavelmente poderia realizar. Em seguida o professor realiza a primeira exibição do experimento: carga de capacitor. A carga ocorre ao encostar os terminais de um capacitor nos contatos do que existem na face do experimento respeitando a polaridade (+ e -) e ao ligar o interruptor de pressão a corrente elétrica que vem da rede elétrica alternada passa pelos diodos e transforma-se em corrente pulsante, atravessa uma lâmpada incandescente criando um brilho intenso e chega aos terminais do capacitor. A lâmpada é selecionada pelo interruptor triplo que permite escolher qual das três vai ser utilizada. Nesse momento o brilho da lâmpada vai diminuindo aos poucos e os alunos têm mais um momento para cogitar ideias e ter algum tipo de reação perante a situação que estão visualizando. Após um intervalo de tempo a lâmpada vai diminuir o seu brilho até manter um brilho bem reduzido e por um tempo de cinco a dez segundo constante. Após essa apresentação recomenda-se aos alunos realizem anotações de dúvidas, ou ideias que

eles tenham sobre essa parte do experimento. Logo após, a chave seletora ch3 é modificada para a função de descarga, e o interruptor de pressão ch7 pressionado vai apresentar o processo de descarga do capacitor através do brilho da lâmpada novamente, que se inicia intenso e vai apagando até reduzir totalmente o brilho. Novamente recomendamos aos alunos que realizem suas anotações sobre o que pensam a respeito do que veem.

Momento aula 04: Atividade de apresentação e considerações sobre as aulas com aplicação de questionário

No quarto momento da aula verificamos a devolutiva dos alunos sobre a execução das aulas. As anotações feitas nos cadernos, os roteiros construídos para as atividades e observações que realizaram com os estímulos do momento 01 dessa sequência. Aplicamos um questionário de dez questões em que o aluno pode encontrar uma oportunidade de autoavaliação e autoanálise sobre como ele viu o experimento e o que esperava do seu funcionamento.

Além da aplicação do questionário, vamos analisar as respostas que eles deram juntamente com o que eles anotaram em seus cadernos e seus esquemas de estudo. O questionário contém 10 questões que podem ter mais de uma alternativa marcada de acordo com autoavaliação do aluno diante do processo:

Questões do Acompanhamento da aula no laboratório Aula investigativa com carga e descarga de capacitores

Orientação geral: de acordo com as anotações realizadas em aula, preencha as questões de observações que foram realizadas.

3ª Série Turma_____ Número do Aluno_____

1. Quais as observações realizadas durante a aula:

- a) Realizei anotações de perguntas de acordo com o sugerido com o professor; copiei as perguntas do grupo que acompanhava;
- b) Anotei as perguntas junto com o grupo que acompanhava, mas sugeri ações na realização do experimento.
- c) Anotei o máximo das perguntas e sugestões que foram realizadas durante a introdução da aula e realização dos experimentos.

Confirmação de anotações no caderno (___)

2. Como você fez a organização nas suas anotações?

- a) Após as perguntas escritas mantive elas assim, realizei muitas perguntas e anotações;
- b) Adaptei as perguntas já escritas de acordo com a evolução da aula e troca de informações com os colegas; Aumentei os lembretes de acordo com a maneira que me acostumei a estudar;

c) Utilizei as anotações durante a aula apenas como rascunho, pois ao interagirem com o experimento surgiram muitas informações novas; passei a limpo depois da aula reorganizando tudo.

Confirmação de anotações no caderno (___)

3. Observou-se alguma relação entre a teoria apresentada na sala de aula e o experimento na prática:

a) Sim, a carga e descarga de capacitores ocorreu conforme o apresentado na aula teórica;

b) Sim, Verificou-se a carga - descarga dos capacitores e a transformação de energia elétrica em outras formas de energia;

c) Sim, além da comprovação da teoria com o experimento, tivemos diante do comportamento diferenciado da carga e descarga dos capacitores em diferentes tipos de lâmpadas;

Confirmação de anotações no caderno (___)

4. Conseguiu a percepção sobre a função de partes ou momentos do experimento antes de realizá-los na prática:

a) Sim, percebeu-se que a finalidade era carregar e descarregar o capacitor mesmo antes de o fazer;

b) Não, mas durante o desenvolvimento de perguntas sempre surgiam novas perguntas sobre como poderia ser se fizer algo como por exemplo: trocar carga entre capacitores, fechar curto-circuito nos terminais do capacitor ou do carregador.

c) Depois de verificar a carga e descarga do capacitor de maneira simples, percebe-se que as lâmpadas têm funções diferenciadas de acordo com a sua potência, que a carga dos capacitores depende de seu tamanho e conseqüentemente de sua construção física;

Confirmação de anotações no caderno (___)

5. Para os testes após a carga e descarga com os capacitores no experimento, como foi a interação:

a) Apenas de observação, pois as anotações já eram suficientes e as perguntas se repetiam.

b) Novas perguntas surgiram em função da interação com as lâmpadas na carga e descarga, além da explosão ao curto-circuitar os capacitores; Apesar de previsível sempre aguardamos executar para comprovar a teoria apresentada;

c) Surgiram desafios entre os alunos durante a carga e descarga em diferentes situações, como por exemplo, palpites sobre o tempo necessário para carga e descarga em situações com diferentes quantidades de lâmpadas. Tentar realizar a troca de cargas entre diferentes capacitores, testar diferentes maneiras de carregar o capacitor, como através de outros metais;

Confirmação de anotações no caderno (___)

6. Diante das dúvidas apresentadas durante a execução do experimento, houve apresentação de hipóteses por sua parte ou seguiu o raciocínio de alguma hipótese apresentada por outro aluno?

a) A aula tinha como objetivo realizar anotações e perguntas, então elas foram compartilhadas entre a maioria dos grupos em aula;

b) As perguntas surgiram e aumentaram com o decorrer das aulas, a maneira como as perguntas apareciam começa a ser sempre no intuito de realizar testes;

c) As perguntas surgiram e aumentaram como decorrer da aula, em alguns casos as perguntas viriam com uma suposta solução que então poderia ser testada;

Confirmação de anotações no caderno (___)

7. O que acontece com a carga do capacitor quando ela é feita em uma lâmpada de 70W e descarregada na lâmpada de 15W?

a) A lâmpada acende de maneira igual na carga e na descarga, os elétrons passam do polo negativo para o positivo do capacitor até estabilizar (neutralizar) apagando a lâmpada. O teste foi realizado.

b) A lâmpada apaga de maneira mais lenta durante a carga do capacitor, a lâmpada de maior potência transforma mais energia durante o processo;

c) A lâmpada permanece de acesa por mais tempo durante a descarga, pois a transformação de energia é menor, descarregando com uma corrente baixa através da lâmpada de 15W

Confirmação de anotações no caderno (___)

8. Qual a explicação para o experimento utilizando diferentes capacitores conseguir alterar o brilho da lâmpada?

a) Alguns capacitores não acenderam a lâmpada; não foi explicado o motivo;

b) O brilho das lâmpadas varia de acordo com o tamanho do capacitor, mas não buscamos saber qual relação da unidade de medida da capacitância;

c) Existem diferentes capacitores, com capacitância diferentes, isso justifica o tamanho diferente deles. A evidência está na variação do brilho da lâmpada em cada caso.

Confirmação de anotações no caderno (___)

9. Os capacitores podem ser considerados

a) Componentes que produzem campo elétrico, por isso se assemelham a bateria de um celular.

b) Componentes que acumulam cargas elétricas, que por sua vez podem realizar trabalho.

c) Acumulam energia elétrica.

Confirmação de anotações no caderno (___)

10. Entre as situações conclusivas, ou seja, testadas e explicadas com o experimento, as hipóteses levantadas passaram a ser mais fundamentadas do que as iniciais? Comente

a) o comportamento do capacitor é semelhante ao de uma bateria de celular, eles explodem no laboratório por ocasião de curto-circuito. O experimento é ligado na tomada e usa a mesma corrente alternada para carregar os capacitores, através de um circuito de lâmpadas.

b) existem relações não abordadas sobre o tempo de carga do capacitor e suas características elétricas. Embora seja claro seu funcionamento após o experimento é necessário mais testes para comprovar as ideias.

c) O uso do experimento esclareceu o funcionamento dos capacitores, há necessidade de aprofundamento que pode ser feito de maneira paralela ao próximo conteúdo. Percebe-se que os conceitos da eletrostática se apresentam de forma cumulativa, podendo ser revisitado em outros momentos.

Confirmação de anotações no caderno (___)

CAPÍTULO 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação da sequência didática aconteceu nas datas, turmas e com a quantidade de alunos apresentadas na tabela 2:

Tabela 2: turmas, quantidade de alunos e datas da aplicação

Turma	Quantidade de alunos	ÍNICIO	TÉRMINO
3ª série A	29 alunos	11 de maio 2022	20 de maio 2022
3ª série B	19 alunos	12 de maio 2022	19 de maio 2022
3ª série C	25 alunos	11 de maio 2022	19 de maio 2022
3ª série D	24 alunos	16 de maio 2022	23 de maio 2022

Fonte: Elaborada pelo autor

Ao todo 97 alunos assistiram as aulas expositivas no laboratório. Para cada grupo de alunos as aulas foram apresentadas na mesma ordem da sequência didática proposta.

A aula 01 foi apresentada aos alunos os processos de eletrização através de um simples pêndulo eletrostático, montado com uma haste de suporte de tubos de ensaio de laboratório e um fio de cabelo a sustentar uma bolinha de papel, um pedaço de 60cm de cano de PVC e uma sacola plástica. O aparato é mostrado na foto 4.

Foto 4: Pêndulo eletrostático



Fonte: Próprio autor

O que esperávamos como resultado da aplicação da sequência didática era encontrar os indicadores de alfabetização científica diante de uma aula com problematização em torno de temas dos conteúdos de física e demonstração investigativa com experimento de carga e descarga de capacitores. Os dados que foram coletados através de fotografias dos cadernos dos alunos e seus esquemas de estudo diante da aula e um questionário onde eles avaliam como os momentos de interação aconteceram.

O questionário apresenta 10 questões que permitiram que o aluno opinasse sobre como interação com o conteúdo da aula e de acordo com a opinião deles pudéssemos verificar se algum dos indicadores de alfabetização científica estariam presentes em suas anotações.

As perguntas foram desenvolvidas com opções de respostas de múltiplas escolhas, com três alternativas que podem relacionar o que o aluno fez e o seu entendimento sobre o que observou, e assim mostrar se houve e qual foi o nível de aprofundamento do aluno com algum dos dez indicadores (Sasseron, 2008).

De acordo com as anotações feitas pelos alunos nos cadernos deles como acompanhamento da aula no laboratório - Aula investigativa com carga e descarga de capacitores - eles responderam as questões do questionário e o que esperávamos dessas respostas nos ajudaria a analisar os indicadores. Para cada questão:

Indicador 1, 1ª questão:

a – O aluno apenas observou a aula, atendendo apenas ao comando do professor a realizar anotações;

O entendimento do aluno que autoavalia sua participação nessa alternativa não atende ao indicador de maneira satisfatória;

b – As anotações são apenas das perguntas realizadas pelos colegas, mas com adaptações e sugestões;

Atende ao indicador de maneira razoável; se houver a interação, mostra que houve tentativa de listar as ideias de uma maneira não escrita, mas participativa;

c – O aluno realizou as anotações de todas as movimentações e questionamentos, suas e dos colegas;

Atende de maneira satisfatória, uma vez que o aluno aproveita a situação de investigação para anotar e guardar muitas informações;

Indicador 2, 2ª Questão

a) O aluno mantém as anotações, mesmo após receber novas informações; Não se preocupa em revisitar o trabalho após esclarecimentos, sem trocas de ideia com os colegas no experimento;

essa situação não atende de maneira satisfatória ao indicador;

b) O aluno busca reorganizar as ideias, realiza debates com os colegas após nova informação, mas mantém o esquema das anotações; confia na memória ou esquema de estudos;

Essa situação atende de maneira razoável ao indicador, pois não modifica o método de observação e estudos do aluno com a evidência de nova informação;

c) houve uma reescrita das perguntas a partir das interações com os colegas e o experimento;

Atende de maneira satisfatória ao indicador, pois o aluno mesmo tendo uma maneira de estudar, se vê diante de uma nova maneira de estudar (investigação) que requer anotações e adequações finais ao processo;

Indicador 3. 3ª Questão

a) A observação é apenas para constatar que na prática ocorre aquilo que foi sugerido na teoria;

Essa situação não atende o indicador, pois uma vez verificado o fenômeno não houve mais interesse de interação;

b) O aluno manteve a observação e associou mais de um elemento teórico durante a explanação prática;

Essa situação atende o indicador de maneira razoável, pois não houve uma interação além de teoria diante da investigação do fenômeno na prática;

c) O aluno verifica além dos elementos teóricos da aula o desenvolvimento de novas situações que se repetem no experimento;

Atende de maneira satisfatória ao indicador, pois temos novas situações a serem abordadas que se repetiram e instigaram nova investigação;

Indicador 4, 4ª Questão

a) O aluno relaciona o experimento apenas no visual (está escrito na face da montagem: carga e descarga) assim não aparenta necessidade de comprovação ou debate sobre hipóteses do funcionamento do experimento.

Essa situação não atende ao indicador, pois o aluno não se dispõe a pensar de maneira lógica criando uma linha de raciocínio que tenha início, meio e fim.

b) O aluno realiza perguntas sobre como funciona a carga/descarga do capacitor, ou para que servem os botões do experimento.

Essa situação atende de maneira razoável ao indicador, pois o aluno não apresenta ideias complementares ou novas hipóteses de maneira organizada.

c) O aluno confirma na prática uma situação teórica, sugere novas intervenções e apresenta uma nova hipótese para o que vai acontecer baseado em nova informação adquirida;

Atende de maneira satisfatória ao indicador, pois existe uma linha de raciocínio construída como consequência do próprio experimento.

Indicador 5, 5ª Questão

a) Nessa situação o aluno não continuou desenvolvendo a investigação do experimento;

Não atende ao indicador, pois o aluno passa a não buscar nova linha de raciocínio, se acomodando na aula;

b) O aluno busca manter o foco na aula, interage com o experimento, participa do desenvolvimento de novas teorias e o respectivo teste;

Atende de maneira razoável ao indicador, pois o raciocínio proporcional já passa mais confiança para os próximos testes no experimento;

c) o aluno passa a usar as novas informações para criar uso do experimento e prevê os resultados de maneira mais confiante, pois se apropriou de uma construção de informações nesse momento;

Atende de maneira satisfatória ao indicador.

Indicador 6, 6ª Questão

a) Aluno apenas realiza perguntas de como funciona, para preencher o básico pedido para a realização da aula no laboratório;

Essa situação não atende ao indicador, pois passa a ser apenas para cumprir uma etapa da aula, sem precisar se apropriar ou ampliar conceitos;

b) Aluno realiza novas perguntas, aguarda participação dos colegas, aguarda por testes e só então constrói uma explicação;

Atende ao indicador de maneira razoável, não realiza novas perguntas encaminhando-as para tentativa de esclarecimento, mas por ter sido aguçada a curiosidade;

c) O aluno realiza novas perguntas e apresenta sua ideia de o que iria ocorrer, mesmo aumentando o número de perguntas ele busca encaminhar a resposta com cogitações;

Atende de maneira satisfatória, pois ele constrói caminhos para esclarecer a dúvida inicial, independente se a resposta obtida refutar a hipótese inicial, seu objetivo é sempre o de esclarecer;

Indicador 7, 7ª Questão

a) O aluno percebeu que o experimento foi realizado, mas não associou as finalidades propostas com o resultado do experimento;

Não atende o indicador. O aluno não se preocupou com a hipótese levantada e o teste realizado.

b) O aluno percebeu que a variável tempo foi testada, porém não se atentou para o resultado obtido;

O indicador é atendido de maneira razoável, embora a resposta seja confusa e errada em parte, a hipótese testada seria a relação do tempo de carga e descarga ser alterada;

c) O aluno percebe qual hipótese está sendo testada, e fica atento ao resultado obtido;

Atende de maneira satisfatória;

Indicador 8, 8ª questão

a) O aluno percebe o experimento, mas não relaciona a quantidade de carga com a intensidade da corrente elétrica no processo;

Não atende o indicador, o aluno apenas aguarda pelas orientações do professor ou respostas dos colegas;

b) O aluno percebe que o capacitor menor adquire menos carga, mas não associa a evidência do experimento através do brilho da lâmpada;

Atende ao indicador de maneira razoável, não existiu a preocupação com a unidade de medida do capacitor, a relação do tamanho e carga já satisfaz a dúvida.

c) Os alunos buscaram saber sobre a unidade de medida capacitância e associaram a grandeza a sua forma física.

Atende de maneira satisfatória ao indicador.

Indicador 9, 9ª Questão

a) O aluno associou apenas uma parte do conceito sobre capacitores, não sendo capaz de explicar o que essa afirmação corresponde.

Não atende ao indicador. Saber sobre uma afirmativa sem entender onde a colocar não é uma ação de conhecimento de aplicabilidade do que foi estudado;

b) O aluno lembra parte do conceito e percebe que existe uma relação entre o conceito e a prática assistida.

Atende ao indicador de maneira razoável, o aluno associa os conceitos de maneira incompleta, de acordo com as anotações realizadas pode surgir dúvida quanto as opções dadas.

c) O aluno sintetiza as informações.

Atende ao indicador pelo momento em que percebe a redundância das opções.

Indicador 10, 10ª Questão

a) O aluno percebe através das anotações que a afirmativa está correta, mas não percebe que existe uma associação no enunciado para que se analise a situação inicial antes do experimento e depois dele. Não se encaixando na explicação esperada; Não atende ao indicador explicação;

b) O aluno percebe que existem mais opções de uso para o experimento, pois abriu hipóteses não testadas e perguntas que não foram respondidas, porém mostra disposição e confiança para esclarecer caso possa continuar o uso do laboratório;

Atende de maneira razoável ao indicador; o aluno pode trabalhar a continuidade da investigação em outros meios diferentes ao laboratório, e utilizar da construção feita para adquirir conhecimento nessa aula para ampliar seus meios de estudo.

c) O aluno reconhece o método empregado, associa os conceitos estudados e consegue manter uma perspectiva quanto ao retomar o assunto se necessário.

Atende de maneira satisfatória ao indicador.

Os alunos foram orientados a responder o questionário avaliando como foi sua interação durante a aula, podendo marcar mais de uma alternativa, ciente de que os seus cadernos seriam observados para comparar as escolhas das alternativas com suas anotações, o que ajudou com que o aluno de fato lesse e mantivesse a atenção com a atividade. As questões foram elaboradas com a intenção de observar um nível de comprometimento do aluno com a forma de estudar e se esse comprometimento se assemelha a ações que representem os indicadores de alfabetização científica.

Análise de cada questão

A primeira questão pediu a resposta do aluno sobre sua percepção de maneira geral a respeito da aula:

1. Quais as observações realizadas durante a aula:

a) Realizei anotações de perguntas de acordo com o sugerido com o professor; Copiei as perguntas do grupo que acompanhava;

b) Anotei as perguntas junto com o grupo que acompanhava, mas sugeri ações na realização do experimento.

c) Anotei o máximo das perguntas e sugestões que foram realizadas durante a introdução da aula e realização dos experimentos.

Para o indicador número um da tabela que está no recorte 1 da tabela 4

Recorte 1 da tabela 4

01	Seriação de informações	Deve surgir quando se busca o estabelecimento de bases para a ação investigativa. Essa categoria não prevê uma ordenação para as informações: pode ser um rol, lista de dados trabalhados, materiais disponíveis etc.
----	-------------------------	---

Dos 97 alunos que participaram do processo de respostas apareceram da seguinte maneira:

58 alunos marcaram a letra A como resposta, os alunos admitem com essa resposta que realizaram as anotações como orientação do professor, que ao trabalhar em grupo copiam as anotações dos colegas. Como seriação de informações na definição de Sasseron (2008) os alunos poderiam realizar suas anotações de maneira natural como resposta ao processo de estudo, mas na marcação da alternativa A o aluno admite realizar as anotações por comando do professor e não necessariamente por iniciativa própria. Essa informação é reforçada ao dialogar com os alunos na aula da devolutiva e parte dos alunos confirmarem essa justificativa.

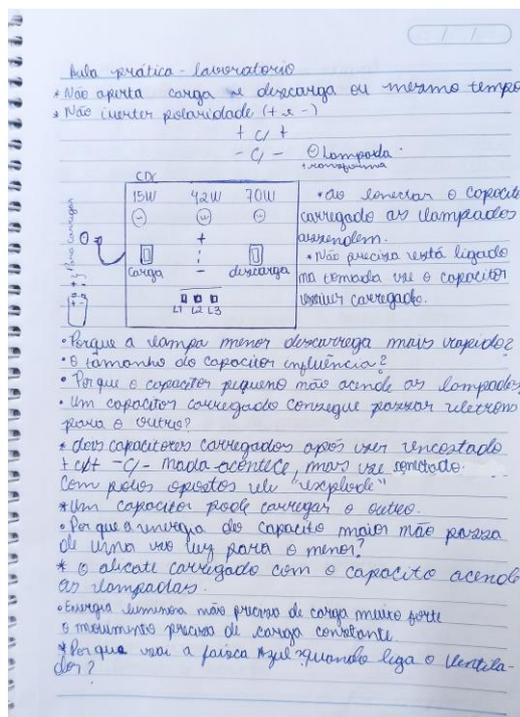
40 alunos marcaram a letra B como resposta, os alunos mostram um comprometimento um pouco maior ao marcarem essa alternativa, pois ao realizarem a anotação como iniciativa própria, também buscam interagir com a aula, realizam suas próprias intervenções e representam os alunos que não só copiam, mas aqueles que anotam primeiro e passam ajuda para os colegas que trabalham em grupo. De acordo com a manifestação deles mesmos, confirmam na aula do quarto momento que montaram seus esquemas de estudos.

45 alunos apresentaram a letra C como resposta, admitindo que anotaram as perguntas e sugestões realizadas na introdução e na realização do experimento. Como parte da análise do primeiro indicador de alfabetização científica dos alunos fotografamos os cadernos dos alunos e verificamos se existiam relações entre o que eles responderam no questionário e o que anotaram nos seus cadernos.

Como exemplo das 45 respostas apresentadas pelos alunos que para a pergunta que apresenta o indicador 1 diante de uma aula de laboratório expositivo com capacitores

temos a foto 5 retirada no momento 4 da aula durante a devolutiva dos alunos sobre a aula do momento 3:

Foto 5: caderno indicador 1



Fonte: o próprio autor

A segunda questão pergunta sobre a maneira como o aluno organiza o material coletado na aula, se debate ou discute sobre as informações levantadas na observação da aula e se as reescreve depois, construindo um esquema organizado das informações obtidas em aula.

2. Como você fez a organização nas suas anotações?

- Após as perguntas escritas mantive elas assim, realizei muitas perguntas e anotações;
- Adaptei as perguntas já escritas de acordo com a evolução da aula e troca de informações com os colegas; aumentei os lembretes de acordo com a maneira que me acostumei a estudar;
- Utilizei as anotações durante a aula apenas como rascunho, pois ao interagirem com o experimento surgiram muitas informações novas; passei a limpo depois da aula reorganizando tudo.

Para avaliarmos o indicador nas respostas dos alunos precisamos observar a

02	Organização de informações	Ocorre nos momentos em que se discute como um trabalho foi realizado. Esse indicador pode ser vislumbrado quando se explicita a busca por um arranjo nas informações disponíveis e pode surgir tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão.
----	----------------------------	--

definição dada para o segundo indicador no recorte 2 da tabela 4

Recorte 2 da Tabela 4

Dos 97 alunos que participaram do processo de respostas apareceram da seguinte maneira:

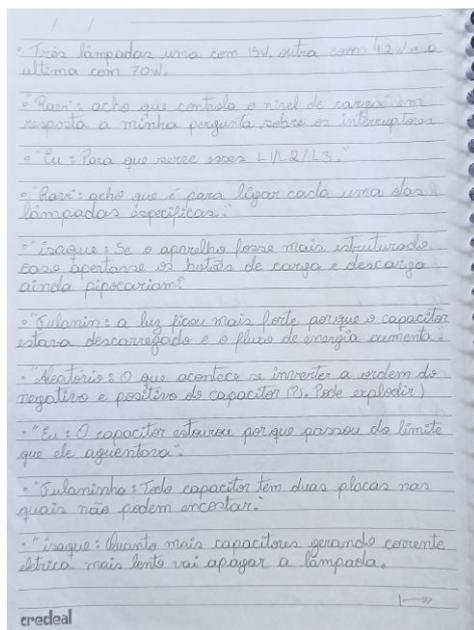
41 alunos marcaram a letra A mostrando que o aluno não revisitou suas anotações. Como o comando dado no início das aulas foi para que o aluno tivesse o momento no laboratório como coleta de dados, esperava-se que o aluno reorganizasse suas anotações. Alguns alunos passam a limpo a atividade, reescrevem e algumas vezes até desenham mapas ou esquemas de estudo, mas esses 41 alunos limitaram-se ao momento da aula apenas, aguardando um próximo comando.

37 alunos marcaram a letra B representando o aluno que durante a aula já modificou suas informações e buscou manter-se atualizado com as informações da aula, mas ainda não representa o aluno que reorganiza as anotações. Segundo os próprios alunos eles tentaram ser práticos, e apesar de realizarem as anotações de maneira contínua durante a aula, não reorganizaram ou acrescentaram nada as anotações feitas em aula.

38 alunos marcaram a letra C e são os alunos que usam o momento da aula como investigação. Anotam e reescrevem suas anotações, construindo esquemas de estudo que possam facilitar a sua devolutiva em aulas futuras. Mesmo que tenha marcado alternativas anteriores a letra C, reafirmam sua construção durante e após a aula do laboratório.

Considerando que para esse indicador precisamos analisar o que o aluno discute acerca do trabalho realizado, ou na investigação ao laboratório expositivo, não podemos apenas verificar as anotações feitas, mas os debates e discussões que aconteceram na aula. Das anotações nos chamou atenção a tentativa de representar o diálogo diante da situação de investigação na foto 6

Foto 6: reprodução de diálogos durante a aula



Fonte: próprio autor

A tentativa de reprodução do diálogo durante a aula é um rascunho que mostra o comprometimento do aluno na coleta de dados do laboratório, representa uma atividade feita de maneira coletiva, pois o aluno que descreve o diálogo, está junto com outros alunos que realizam outros tipos de anotações, dessa maneira representa o aluno que coopera com o grupo e que vai revisitar as anotações feitas em aula, conforme aconteceu na aula do momento 4 em alguns grupos de estudo que são compostos por esses alunos que marcaram a opção C da segunda questão.

A terceira questão, pergunta sobre a relação entre a aula do momento 2 e momento 3 da sequência didática:

3. Observou-se alguma relação entre a teoria apresentada na sala de aula e o experimento na prática:
- Sim, a carga e descarga de capacitores ocorreu conforme o apresentado na aula teórica;
 - Sim, Verificou-se a carga - descarga dos capacitores e a transformação de energia elétrica em outras formas de energia;
 - Sim, além da comprovação da teoria com o experimento, estivemos diante do comportamento diferenciado da carga e descarga dos capacitores em diferentes tipos de lâmpadas;

Para analisar o indicador de alfabetização científica levamos em consideração o recorte 3 da tabela 4

03	Classificação de informações	Aparece quando se busca esclarecer características comuns para os dados obtidos, podendo haver uma hierarquia para essas informações. Entretanto, o aparecimento dessa hierarquia não é condição para a classificação de informações; constitui-se em um indicador voltado para a ordenação e a relação dos elementos com os quais se está a trabalhar.
----	------------------------------	---

Dos 97 alunos que participaram do processo de respostas apareceram da seguinte maneira:

50 alunos marcaram a letra A e mostra que houve uma relação entre a aula teórica e o uso do experimento. Os alunos marcaram essa opção, mas isso não garante reconhecerem exatamente quais relações que estão ali, como por exemplo, uma explicação de qual momento exatamente existe o movimento das cargas, ou motivos pelos quais a lâmpada não mantém o seu brilho constante. Na aula do momento 4 alguns alunos apresentam dificuldade em explicarem essas relações, limitando-se a anotações que não ajudam a lembrar os momentos da aula de maneira eficiente, as anotações representam o que viram, mas não houve um esclarecimento dos motivos ou causas dos fenômenos observados.

33 alunos marcaram a letra B, e esses alunos já observaram a anotaram algo além do fenômeno proposto da eletrostática no capacitor, mas também a transformação de energia elétrica. Os questionamentos na aula levaram os alunos a perceberem o conceito de transformação de energia, e as relações de tempo no processo de carga e descarga. Na aula do momento 4 os alunos relataram sobre o que acontecia no processo de descarga do capacitor, situação em que a energia ficou acumulada, mesmo que essa informação surgisse através de questionamentos feitos ao professor, não indo além para uma pesquisa sobre o tema e agregando mais anotações após a aula do momento 3.

65 alunos marcaram a letra C, são os alunos que usaram a aula como coleta de dados, apesar de semelhante a questão 1, onde alguns alunos alegam que apenas realizam as anotações, nessa alternativa da terceira questão os alunos reafirmam que passam a atividade a limpo, reescrevendo e buscando lembrar o que viram no laboratório. Além dessa reorganização, durante a aula os alunos interagiram e questionaram muito, levando dos conceitos de eletrostática para conceitos de energia, o processo aconteceu gradualmente durante a aula o que faz com que muitos alunos necessitem reorganizar suas anotações, caracterizando esse indicador. Percebemos isso com o que encontramos nas

anotações dos alunos, mas a maior parte deles manifestam esse processo de classificação de informações através de falas e intervenções durante a aula. Um número menor de alunos coloca esse fato no papel, mas encontramos alguns casos de anotações classificadas após a aula como na foto 7:

Foto 7: anotações referentes para o indicador 3

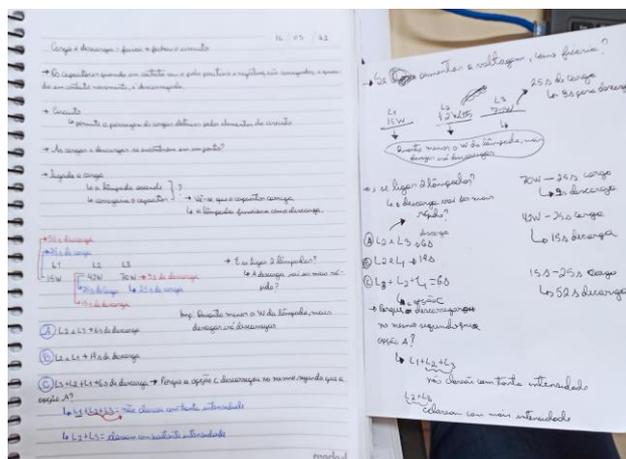


Foto 7: Fonte próprio autor

A foto 7 representa as situações em que o indicador aparece com o rascunho da aula e uma reescrita classificada após a aula.

A quarta questão trata sobre o raciocínio lógico diante do experimento:

4. Conseguiu a percepção sobre a função de partes ou momentos do experimento antes de realizá-los na prática:

- Sim, percebeu-se que a finalidade era carregar e descarregar o capacitor mesmo antes de o fazer;
- Não, mas durante o desenvolvimento de perguntas sempre surgiam novas perguntas sobre como poderia ser se fizer algo como por exemplo: trocar carga entre capacitores, fechar curto-circuito nos terminais do capacitor ou do carregador.
- Depois de verificar a carga e descarga do capacitor de maneira simples, percebe-se que as lâmpadas têm funções diferenciadas de acordo com a sua potência, que a carga dos capacitores depende de seu tamanho e conseqüentemente de sua construção física;

Para orientação na busca pelo indicador nas respostas dos alunos usamos o recorte 4 da tabela 4 dos indicadores:

04	Raciocínio Lógico	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas. Relacionam-se, pois, diretamente com a forma como o pensamento é exposto.
----	-------------------	--

Dos 97 alunos que participaram do processo de respostas apareceram da seguinte maneira:

31 alunos marcaram a opção A, os alunos percebem rápido a função do experimento, mesmo porque a aula teórica aconteceu apenas alguns dias antes, porém ao marcarem a opção A, sob a pressão de que precisam apresentar comprovação das anotações ou participação na aula, o aluno prefere retrair ao mais óbvio, a relação direta da teoria e a prática proposta nas duas aulas.

51 alunos marcaram a opção B, e são aqueles que interagem mais durante a aula, observam as perguntas dos colegas, acompanham os novos questionamentos, mas que nem sempre se atrevem a sugerir algo novo, deduzir alguma situação nova. Esses alunos até vão além da observação, mas no momento 4 da sequência didática. Durante a aula expositiva do laboratório as sugestões dos motivos que causam os fenômenos de maneira lógica é uma característica dos alunos que marcaram a opção C e 52 alunos marcaram tal opção (praticamente os mesmos que marcaram a B). Por exemplo, ao desligar o experimento da tomada, o processo inverso, descarga do capacitor, poderia ser o processo inverso na lâmpada também? Ou seja, na carga a lâmpada acende forte e vai apagando, na descarga a lâmpada deveria funcionar ao contrário, começar apagada e ir acendendo? Apesar de ter esse questionamento pela lógica, afinal a descarga é o inverso da carga, os alunos no momento 4 inferiram que não teria como, pois, de onde viria a “força” para a lâmpada acender? Então houve aí a ideia de que o capacitor deveria ser igual a bateria de um celular e “guardar a energia”.

Outros momentos em que a lógica apareceu, foi na relação entre os tipos de lâmpadas, selecionadas pelos “Watts” descritos na face do experimento, o raciocínio lógico é acionado quando variamos o tamanho da lâmpada e dos capacitores e os alunos perceberem que a variável tempo é a que sofre modificação, e o brilho da lâmpada nem sempre é o mesmo, pois ali haveria menos energia para se transformar.

Nas anotações dos alunos verificamos esse indicador na foto 8

Foto 8: representação do raciocínio lógico

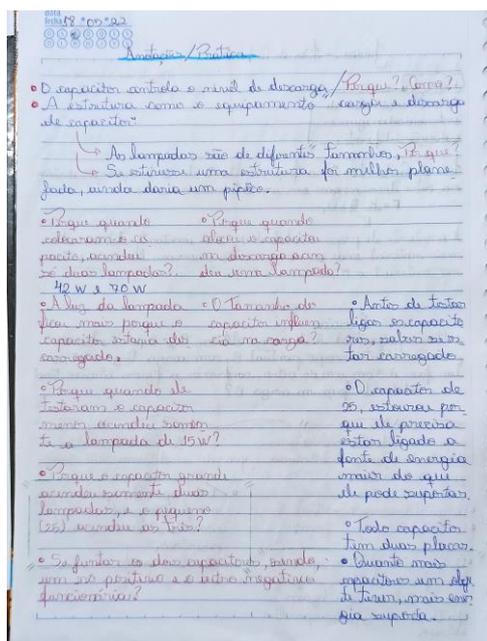


Foto 8: fonte próprio autor

A quinta questão apresenta uma relação para o raciocínio proporcional:

5. Para os testes após a carga e descarga com os capacitores no experimento, como foi a interação:

- Apenas de observação, pois as anotações já eram suficientes e as perguntas se repetiam.
- Novas perguntas surgiram em função da interação com as lâmpadas na carga e descarga, além da explosão ao curto-circuitar os capacitores; Apesar de previsível sempre aguardamos executar para comprovar a teoria apresentada;
- Surgiram desafios entre os alunos durante a carga e descarga em diferentes situações, como por exemplo, palpites sobre o tempo necessário para carga e descarga em situações com diferentes quantidades de lâmpadas. Tentar realizar a troca de cargas entre diferentes capacitores, testar diferentes maneiras de carregar o capacitor, como através de outros metais;

A orientação para seguir a busca das evidências dos indicadores segue o recorte 5 da tabela 4

05	Raciocínio proporcional	Assim como o raciocínio lógico, é o que dá conta de mostrar o modo que se estrutura o pensamento, além de se referir também à maneira como as variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que existir entre elas.
----	-------------------------	--

Dos 97 alunos que participaram do processo de respostas apareceram da seguinte maneira:

16 alunos responderam a letra A, e representam alunos que não se interessaram por uma interação maior com o experimento. À medida que anotaram as primeiras informações não continuaram a questionar ou buscar aplicações diferentes com o experimento.

65 alunos responderam a letra B são os alunos que ao verem a troca de lâmpadas no processo de carga ou descarga dos capacitores sentiram a curiosidade, perguntavam como aconteceria se realiza-se algumas situações como por exemplo se poderia ligar mais de uma lâmpada ao mesmo tempo no processo de carga e descarga. Antes de fazer o experimento usando mais de uma lâmpada pergunto aos alunos o que eles acham que poderia acontecer, e eles apresentam algumas situações como: vai acender a lâmpada mais forte, vai demorar mais tempo para carregar, ou o mais comum, vai explodir ou queimar alguma coisa. Os alunos entenderam inicialmente que o processo feito com apenas uma lâmpada seria o comum, e que não poderia ser realizado de outra maneira, já que foi recomendado a eles alguns cuidados sobre o experimento como o risco de choque elétrico que inclusive é representado na face do experimento pelo símbolo de segurança, então esse indicador já fez o encaixe no indicador em que é preciso testar a hipótese apresentada por eles, ir além do que estava sendo exposto.

62 alunos responderam a letra C, são praticamente os mesmos alunos que marcaram a alternativa B, mas nesse momento eles já apresentaram as ideias usando argumentos como relacionar a potência elétrica das lâmpadas que está escrito na face do experimento com o processo de carga e descarga do capacitor, pelo fato de observarem que a lâmpada de menor potência (15W) demoraria muito mais tempo para descarregar o capacitor do que a lâmpada de maior potência (72W).

E como mostra na foto 9 temos uma representação do que encontramos como evidência do indicador 5. Respostas como essas aparecem apenas após a indicação repetitiva por parte do professor para que o aluno possa perceber que existem relações entre as grandezas e os fenômenos presentes, e isso levou a sugestão de uso de um alicate nos terminais de carga e descarga do capacitor para observar o que acontece. Os alunos percebem que a lâmpada permanece acesa e concluem que o metal do qual o alicate é feito não “puxa” a energia para ele, mas permite a passagem da corrente elétrica, sem armazenar a energia nele. Na foto 9 podemos perceber também que eles sugeriram que poderia ligar um ventilador no experimento, mas como o ventilador não funcionou, eles criam as suas hipóteses, servindo mais uma vez de ligação com outro indicador, sobre as hipóteses e os testes delas.

Foto 9: evidência do indicador 5

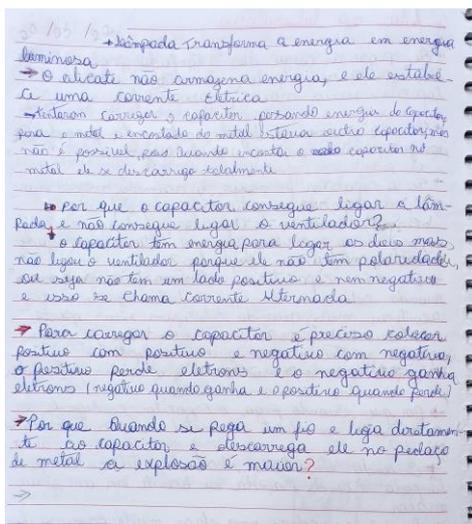


Foto 9: fonte próprio autor

Na sexta questão temos a pergunta que trata sobre o levantamento de hipóteses:

6. Diante das dúvidas apresentadas durante a execução do experimento, houve apresentação de hipóteses por sua parte ou seguiu o raciocínio de alguma hipótese apresentada por outro aluno?

- a) A aula tinha como objetivo realizar anotações e perguntas, então elas foram compartilhadas entre a maioria dos grupos em aula;
- b) As perguntas surgiram e aumentaram com o decorrer das aulas, a maneira como as perguntas apareciam começa a ser sempre no intuito de realizar testes;
- c) As perguntas surgiram e aumentaram como decorrer da aula, em alguns casos as perguntas viriam com uma suposta solução que então poderia ser testada;

Como orientação usamos o recorte 6 da tabela 4

06	Levantamento de hipóteses	Aponta momentos em que suposições sobre determinado tema são levantadas. Esse levantamento de hipóteses pode surgir tanto na forma de afirmação como de pergunta, atitude dos cientistas quando se defronta com um problema.
----	---------------------------	--

Dos 97 alunos que participaram do processo de respostas apareceram da seguinte maneira:

55 alunos responderam a letra A, são alunos que focaram no comando inicial da aula, e perceberam que as perguntas se repetiam sobre o funcionamento do experimento, e ao observar a explicação cessavam as anotações. Segundo eles apresentavam suas

considerações durante o momento 4, eles apenas conferiram se as anotações eram iguais entre os grupos de estudo que formaram durante a aula.

48 alunos responderam a letra B, os alunos que optaram por essa alternativa defenderam que as perguntas que surgiam deveriam ser testadas, mas nem sempre sugeriram como o teste deveria ser feito, havia o medo de interagir com experimento e ainda aguardavam que o professor que mostrasse como seria o esclarecimento das situações levantadas.

51 alunos responderam a letra C e representam os alunos que propuseram os testes como o que acontece se fechar o curto-circuito entre os terminais de carga do capacitor, o que acontece se trocar os capacitores por capacitores menores, tentar ligar o ventilador nos terminais de carga do capacitor e foi o momento em que esse indicador já se relaciona com o indicador de testes de hipóteses pelos alunos.

Nesse momento as perguntas feitas pelos alunos eram respondidas entre eles mesmos como vemos na foto 10.

Foto 10: questionamentos feitos durante a aula

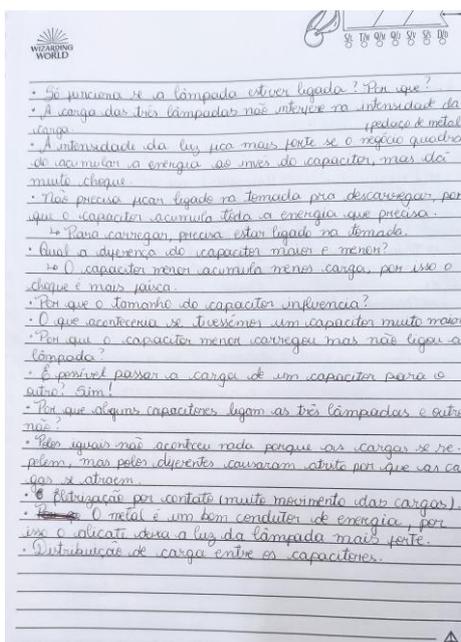


Foto 10: fonte o próprio autor

No caso, as perguntas realizadas por eles ao longo da apresentação geravam os debates nos quais eles expressavam as possíveis respostas, o que segundo Cervo & Bervian (2002), podemos apresentar como a definição de hipótese, que seria a suposição da explicação para a causa ou até mesmo uma lei destinada a explicar, mesmo que provisoriamente um fenômeno até que os fatos a venham contradizer ou afirmar, o que seria feito no próprio experimento da sala de aula. Uma situação que foi comum nas

quatro vezes que estivemos no laboratório foi a situação relacionada a quantidade de lâmpadas que havia no experimento, o motivo para elas serem diferentes, a quantidade de interruptores, e ao executar o experimento, a variação de tempo em que o brilho da lâmpada permanecia intenso até se apagar. O aspecto do experimento sempre chamou a atenção dos alunos ao ponto de tentarem reproduzir a face dele caso fosse necessário realizar alguma referência a ele, como vemos na foto 11.

Foto 11: Tentativa de reprodução da face do experimento

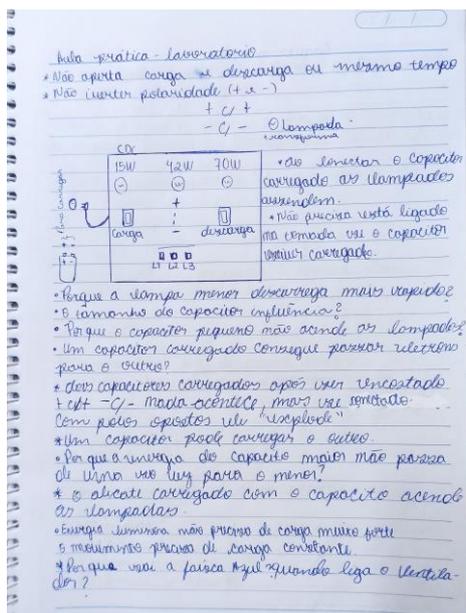


Foto 11: fonte próprio autor

Percebemos que a representação simbólica do experimento constitui uma maneira de tentar associar informações que foram apresentadas na aula. Ainda na foto 11 o questionamento sobre uma maneira de acender a luz das lâmpadas sem o uso do capacitor também apareceu, e conseqüentemente no debate o que aconteceria, alguns alunos arriscaram falar que o alicate sendo de metal poderia “dar curto” e estourar tudo. O conceito de ligação série não foi abordado até então.

A questão 7 traz a pergunta relacionada aos testes de hipóteses:

7. O que acontece com a carga do capacitor quando ela é feita em uma lâmpada de 70W e descarregada na lâmpada de 15W?
- a) A lâmpada acende de maneira igual na carga e na descarga, os elétrons passam do polo negativo para o positivo do capacitor até estabilizar (neutralizar) apagando a lâmpada. O teste foi realizado.
 - b) A lâmpada apaga de maneira mais lenta durante a carga do capacitor, a lâmpada de maior potência transforma mais energia durante o processo;
 - c) A lâmpada permanece de acesa por mais tempo durante a descarga, pois a transformação de energia é menor, descarregando com uma corrente baixa através da lâmpada de 15W.

Essa questão será associada ao indicador que está no recorte 7 da tabela 4

07	Teste de hipóteses	Refere-se às etapas em que se coloca a prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto na manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.
----	--------------------	--

Dos 97 alunos que participaram do processo de respostas apareceram da seguinte maneira:

44 alunos responderam a letra A e essa alternativa não representa uma alternativa real do experimento, o que mostra que não houve atenção ao que estava sendo observado.

45 alunos responderam a letra B responde de maneira correta ao experimento, mas não traz todas as informações que poderiam ser extraídas no momento de observação.

29 alunos responderam a letra C responde de maneira correta e contém mais detalhes sobre as grandezas relacionadas ao experimento. Aos alunos que se propuseram a interagir com o experimento, houve mais informações do que as contidas na alternativa C.

A pergunta se relaciona com o indicador 7, pois o aluno foi incentivado a questionar no começo da aula (momento 1 e 2) exatamente para permitir que houvesse a interação dele com o experimento, respondendo às perguntas na prática. A foto 12 apresenta o momento em que os alunos se dispõem a realizarem os testes no experimento, relacionado ao teste com o alicate para verificar se haveria o curto-circuito e alguma

explosão, teste com capacitores de tamanhos diferentes e marcação do tempo no processo de carga e descarga dos capacitores. Nesse momento deixamos claro para o aluno que o uso do experimento seria seguro caso realizasse o manuseio seguindo a orientação dada pelo professor.

Foto 12: Teste de hipótese alicate nos terminais de carga de capacitor



Foto 12: próprio autor

O teste de hipóteses feita pelos alunos sobre o tempo de carga e descarga dos capacitores de acordo com a variação do brilho a lâmpada que estiver ligada ao experimento foi realizado pelos próprios alunos, independente dos procedimentos que estavam sendo utilizados pelo professor. Assim eles testaram as hipóteses apresentadas no início da aula. A dinâmica que desenvolveram inclui manusear o experimento e agilizarem entre eles alguém que meça o tempo de carga e descarga. Nesse momento de interação aconteceu um imprevisto, na ansiedade de ver como o experimento funciona mesmo estando ligado à rede elétrica os alunos por curiosidade apertaram o interruptor de carga e descarga ao mesmo tempo, causando um curto-circuito sobre a ponte retificadora de diodos. Nesse momento os alunos mostraram-se assustados, embora tenha sido um momento em que o dispositivo de proteção (disjuntor) acionou e abriu todo o circuito, o excesso de corrente atravessou a ponte retificadora sem passar pelas lâmpadas.

Nesse momento suspendemos as aulas por um tempo e depois de ajustar o circuito adicionamos uma chave comutadora para que apenas uma parte do circuito pudesse ser ligada por vez, ou carga ou descarga, evitando assim, incidentes futuros.

Foto 13: Teste de hipótese do tempo

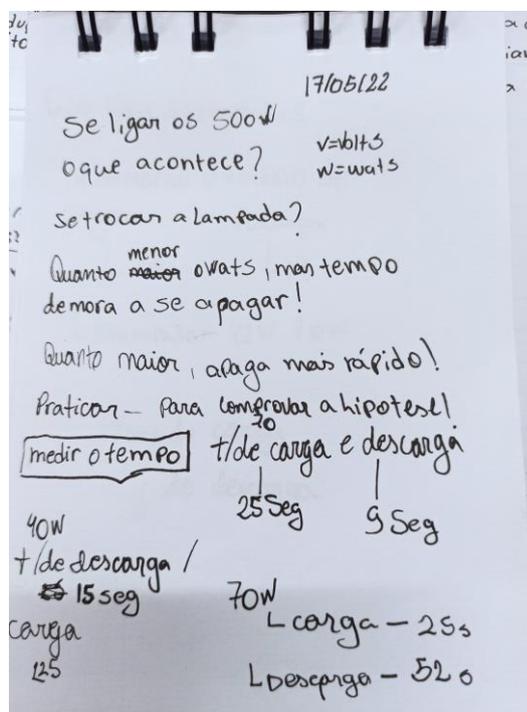


Foto 13: fonte o próprio autor

A questões oito apresenta a pergunta

8. Qual a explicação para o experimento utilizando diferentes capacitores conseguir alterar o brilho da lâmpada?
- a) Alguns capacitores não acenderam a lâmpada; não foi explicado o motivo;
 - b) O brilho das lâmpadas varia de acordo com o tamanho do capacitor, mas não buscamos saber qual relação da unidade de medida da capacitância;
 - c) Existem diferentes capacitores, com capacitância diferentes, isso justifica o tamanho diferente deles. A evidência está na variação do brilho da lâmpada em cada caso.

Analisamos a questão e o que buscamos nas anotações dos alunos evidências para o indicador 8 que está no recorte 8 da tabela 4

Recorte 8 da tabela 04

08	Justificativa	Aparece quando em uma afirmação proferida se lança mão de uma garantia para o que é proposto. Com isso, a afirmação ganha aval, tornando-se mais segura.
----	---------------	--

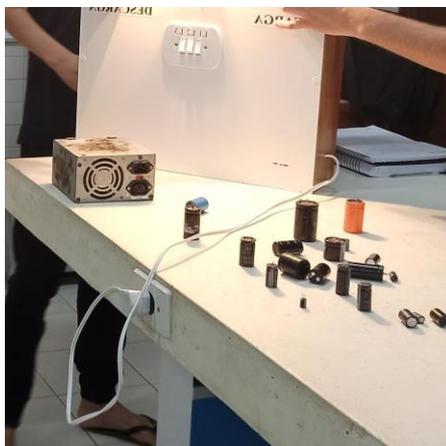
Dos 97 alunos que participaram do processo de respostas apareceram da seguinte maneira:

21 alunos responderam a letra A e são alunos que não associaram o que estava sendo explicado com aquilo que estavam anotando. As explicações aconteceram no diálogo próximo e alguns alunos admitem que permaneceram um pouco afastados do que estava acontecendo com a exploração do experimento.

37 alunos responderam a letra B e para representar melhor o indicador em questão os alunos poderiam acrescentar ao material de estudo uma pesquisa, ou questionamento mais direto sobre a unidade de medida da capacitância. Apesar de inferirem que o tamanho do capacitor tinha influência sobre a quantidade de carga armazenada, não houve grande interesse em compreender as relações de como se mede a capacitância.

56 alunos responderam a letra C e houve aqui a curiosidade sobre o tamanho do capacitor, o brilho da lâmpada no processo de carga e descarga. Durante a aula os alunos perceberam que o brilho da lâmpada não era intenso e nem demorado à medida que eram testados capacitores menores, que ficaram a disposição na bancada durante e apresentação do experimento como vemos na foto 14

Foto 14: Capacitores de tamanhos diferentes



Fonte: o próprio autor

O fato de terem os diferentes capacitores sobre a bancada despertou a curiosidade dos alunos que passaram a questionar se os capacitores menores também faziam o mesmo efeito nas lâmpadas, situação que eles mesmo testaram, e pediram a explicação sobre o porquê funcionava diferente do efeito causado pelos capacitores de tamanhos maiores. Poucos se preocuparam com a unidade de medida, mas observaram que alguns capacitores apresentavam os “Volts” menores, e só então perceberam que havia mais informações no corpo do capacitor.

A questão 9 apresenta a pergunta relacionada com o indicador previsão:

9. Os capacitores podem ser considerados
- a) Componentes que produzem campo elétrico, por isso se assemelham a bateria de um celular.
 - b) Componentes que acumulam cargas elétricas, que por sua vez podem realizar trabalho.
 - c) Acumulam energia elétrica.

Para analisar esse indicador usamos o que está no recorte 9 da tabela 4

Recorte 9 da tabela 4

09	Previsão	Indicador que é explicitado quando se afirmar uma ação e/ou fenômeno que se sucede associados a determinados acontecimentos.
----	----------	--

Dos 97 alunos que participaram do processo de respostas apareceram da seguinte maneira:

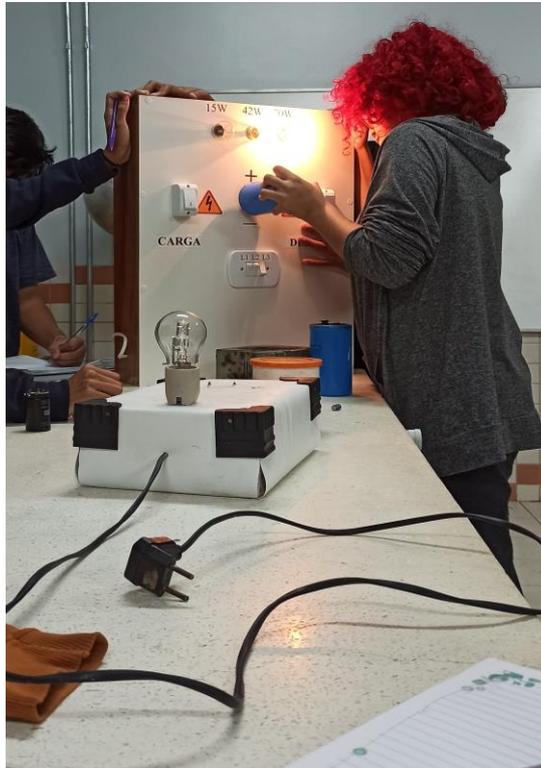
33 alunos responderam a letra A, essa alternativa indica apenas a explicação mais superficial do início das aulas teóricas, o que mostra que alguns alunos que marcaram apenas essa opção não continuaram além do conteúdo inicial da aula, atendo-se ao básico que foi apresentado.

51 alunos responderam a letra B, e a explicação dada na aula apresentava essa característica do capacitor, realizar trabalho no processo de descarga pela energia acumulada no processo de carga, o que chama atenção é que 52 alunos responderam a letra C, que praticamente são os mesmos que responderam a letra B, pois conseguiram associar o conceito de energia a realização de trabalho. O capacitor proporciona efeito visual na carga e descarga, também apresenta uma situação em que ao curto circuitar os terminais deles, estando carregados, apresentam um estouro e essas situações não só são chamativas aos alunos como requerem indagações e posterior capacidade de explicar o fenômeno ocorrido. Os alunos relatam o fenômeno no momento 4 das aulas da sequência didática.

De acordo com a combinação da pergunta e verificando as anotações e observando os debates e conversas nas aulas percebemos que a evidência que mais se aproximou desse indicador foi o fato de os alunos associarem a carga e descarga acontecer de maneira diferenciada para cada tamanho de capacitor, e por iniciativa dos alunos, realizaram os

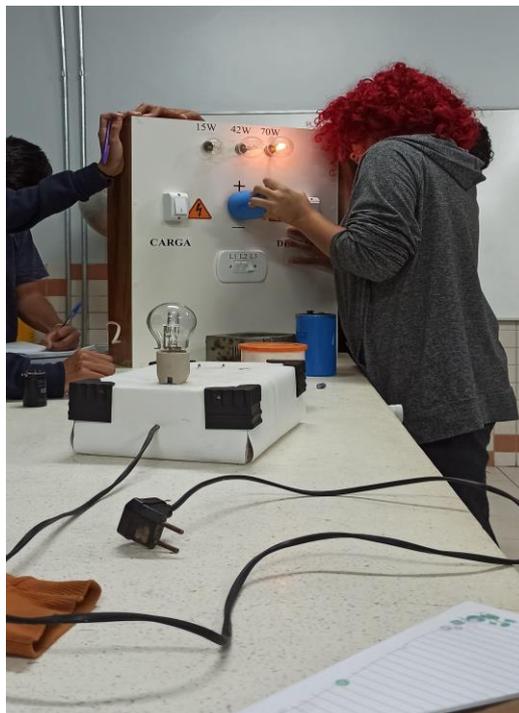
testes e marcaram o tempo, prevendo em que situações ocorreriam as variações maiores ou menores no brilho das lâmpadas.

Foto 15: situação de brilho diferenciado da lâmpada, situação 1



Fonte: próprio autor

Foto 16: aumento do brilho e do tempo devido a troca de capacitor, situação 2



Fonte: próprio autor

A questão 10 apresenta a pergunta relacionada ao indicador explicação:

10. Entre as situações conclusivas, ou seja, testadas e explicadas com o experimento, as hipóteses levantadas passaram a ser mais fundamentadas do que as iniciais?

Comente

a) o comportamento do capacitor é semelhante ao de uma bateria de celular, eles explodem no laboratório por ocasião de curto-circuito. O experimento é ligado na tomada e usa a mesma corrente alternada para carregar os capacitores, através de um circuito de lâmpadas.

b) existem relações não abordadas sobre o tempo de carga do capacitor e suas características elétricas. Embora seja claro seu funcionamento após o experimento é necessário mais testes para comprovar as ideias.

c) O uso do experimento esclareceu o funcionamento dos capacitores, há necessidade de aprofundamento que pode ser feito de maneira paralela ao próximo conteúdo.

Percebe-se que os conceitos da eletrostática se apresentam de forma cumulativa, podendo ser revisitado em outros momentos.

Vamos relacionar as respostas dos alunos, com o que está descrito no recorte 10 da tabela 4, que diz:

10	Explicação	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação sucede uma justificativa para o problema, mas é possível encontrar explicações que não recebem essas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões.
----	------------	--

Dos 97 alunos que participaram do processo de respostas apareceram da seguinte maneira:

41 alunos responderam a letra A e para nossa surpresa é um índice alto para uma resposta que está incorreta, pois o circuito apresenta os polos + e – estampados nos terminais de carga e descarga do capacitor, sugerindo que existe a polaridade e logo estaria relacionada ao uso de corrente contínua. A afirmação de que existe semelhança entre capacitores e baterias de celulares foi feita no contexto correto durante as aulas, relacionado o processo de armazenar energia, e segundo a devolutiva dos alunos essa informação ficou “parecida” com a alternativa A.

24 alunos responderam a letra B e os alunos que marcaram essa opção não garantem a explicação do experimento sozinhos, a menos que realizem um preparo voltado para isso.

A décima questão obteve 48 respostas na alternativa C, mas apesar disso, os alunos não apresentaram evidências claras que representem plenamente essa habilidade de relacionar os conteúdos estudados anteriormente com o conteúdo atual, ou novos conteúdos a serem contraídos. Apesar de afirmarem que podem e devem estudar mais sobre o assunto, os alunos não associaram de maneira direta o conceito de campo elétrico e por várias vezes confundem as unidades de medida Volts e Watts, que na verdade é uma das situações que se pretendia evitar com a aula prática, já que o aluno tem a interação com o experimento e visualiza situações, que segundo eles mesmos, auxiliam a lembrar das coisas que já estudaram. Quando percebemos os alunos que assistiram a aula, agindo de forma solidária com uma aluna que esteve ausente no momento 3, percebemos que existiu a facilitação da lembrança da aula com o uso do experimento, como vemos na foto 17

Foto 17: Ação de solidariedade entre os alunos



Foto 17: fonte próprio autor

Apesar desse momento de solidariedade com a aluna que esteve ausente no momento 3, os alunos ainda não criaram situações de novas ou diferentes abordagens, ficando a necessidade desse indicador ser analisado em momentos posteriores da vida escolar deles. Apesar de não ser acrescentado nada tão evidente ao que já tinham assistido no momento anterior, os alunos presentes tentavam explicar com suas palavras o que haviam entendido na aula, utilizando o experimento para lembrar do processo que foi estudado. A subjetividade da análise desse indicador diante da falta de uma evidência

clara, nos faz pensar que seria ou poderia ser mais bem analisada em momentos futuros da vida escolar dos alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que esperávamos como resultado da aplicação da sequência didática é observar os indicadores de alfabetização científica em uma aula com problematização utilizando um experimento a respeito dos capacitores em funcionamento de carga e descarga seguindo a metodologia de demonstração investigativa (Sasseron e Machado, 2017). Os dados coletados através da observação durante os debates gerados em sala de aula e durante a demonstração do experimento, nos ajudarão a saber se a elaboração da sequência didática com os eixos estruturantes da alfabetização científica, podem atender a nova BNCC (BRASIL, 2018) e as orientações do currículo único do Estado do Acre (ACRE, 2022), através de uma análise qualitativa, comparando os indicadores de alfabetização científica com as respostas e anotações apresentadas pelos alunos durante uma aula com tema acerca da eletrostática, para então poder fundamentar o processo de ensino e aprendizagem pela investigação em sala de aula.

A aplicação da sequência didática foi realizada em quatro momentos de aula, totalizando quatro horas aula em cada turma, realizada dentro do plano de curso da escola na disciplina de física. As aulas no laboratório mesmo que sejam aulas com conteúdo chamados de tradicionais, métodos que são repetidos e que ao finalizar precisam de um relatório ainda são aulas que movimentam os alunos e retiram eles da sala de aula de cadeiras enfileiradas, criam expectativas que terão uma aula menos monótona, ou seja, o simples fato de terem uma aula no laboratório anima a turma. Quando utilizamos o experimento de carga e descarga de capacitores e usamos valores altos de capacitância, podemos criar um efeito visual e acústico com o curto-circuito ao descarregar os capacitores, que são de 20 mF e carregados diretamente com uma tensão de 127V retificados da rede de energia elétrica e usamos esse recurso em aulas que trabalhamos no terceiro ano do ensino médio em anos letivos anteriores. O aparelho que era utilizado para carga e descarga está na foto 18 e na foto 19 o circuito interno com a ponte retificadora:

Foto 18: primeira versão do experimento



Fonte: próprio autor

Foto 19: circuito de retificação de corrente alternada



Fonte: próprio autor

O uso desse primeiro experimento em anos anteriores servia para animar os alunos, mas também para explicar princípios de um circuito elétrico simples, sobre relação das grandezas elétricas envolvidas e uma aplicação prática de eletrodinâmica e eletrostática, explorando o conceito de campo elétrico e transformação de energia elétrica em outras formas de energia. Para aperfeiçoar o experimento de maneira que possa ser

aplicado como produto educacional realizamos algumas alterações. O primeiro experimento era apresentado encostando o capacitor diretamente aos contatos de carga sem um interruptor para o circuito, no momento da descarga retirava a lâmpada do soquete e ligava aos terminais do capacitor de maneira direta, apenas a situação de curto circuitar o capacitor carregado permanece o mesmo, pois o experimento passou pela reformulação, agora tem interruptores e chave comutadora para carga e descarga, além de ter as três lâmpadas já instaladas melhorando a dinâmica da aula.

Nas disciplinas ofertadas durante curso do mestrado profissional em ensino de física nos apresentaram as metodologias que visam promover a alfabetização científica, que nos chamou a atenção por estar de acordo com o momento de adequação do ensino médio com o novo ensino médio e a proposta da escola de ensino em tempo integral que pretende fazer com que o aluno invista em seus processos de estudo. Ao buscar promover a alfabetização científica estamos preocupados que o aluno entenda o conteúdo, mas que ele possa se apropriar do conhecimento e aplicá-lo de maneira consciente em seu cotidiano. O experimento retirou o aluno de uma aula em que ele pode se esquivar das ações do professor, pois na sala de aula nem sempre o acompanhamento dos alunos se dá por completo, alguns alunos sempre ficam afastados e acabam por fazerem o básico para obter as notas de aprovação, ficando as aulas de ciências apenas como um momento que passou no ensino médio. Ao promover a alfabetização o aluno precisa aplicar o que aprendeu, e no caso do nosso experimento, não buscamos apenas que o aluno conheça e aprenda tudo sobre capacitores, mas perceba importância de ter métodos de estudo que partem de um momento investigativo de estudo, no qual precisamos agir como estudantes-cientistas que observam, anotam, avaliam seus dados, apresentam ideias que evoluem para hipóteses que precisam ser testadas, comprovadas ou não, aperfeiçoadas, ser de conhecimento consciente para explicar e prever seu uso no cotidiano. O método estava acima do conteúdo, atendendo o que temos como orientação na BNCC (BRASIL, 2018) e no Currículo Único de Referência do Estado do Acre (ACRE, 2021), buscamos desenvolver as habilidades atendendo as competências através de uma aula que visa promover a alfabetização científica (SASSERON E MACHADO, 2017). A maneira como os alunos atenderam as orientações do professor, anotando e se preparando para uma atividade de avaliação satisfaz nossa intenção de reforçar o método de estudo, e com relação ao conteúdo de física, o experimento se mostrou eficiente para auxiliar o aluno a lembrar dos fenômenos estudados.

O experimento de carga e descarga de capacitores é útil para a dinâmica da aula sugerida, ou seja, estudo do campo elétrico e visualização de uma situação de campo elétrico e o movimento das cargas elétricas em um circuito, como também pode ser utilizado para estudar o circuito em série, ou paralelo, relações de transformação de energia e variação de intensidade de corrente de acordo com a intensidade do brilho de lâmpadas de diferentes potências.

O questionário a princípio não está direcionado para a avaliação dos indicadores, ou para verificar se eles ocorreram, mas dentro da realidade das aulas dos alunos da escola, logo percebemos que houve dificuldade em associar as respostas dos questionários com a observação na sala de aula. Ou seja, dos três momentos de levantamento de dados o da observação dos alunos na aula foi o mais enriquecedor, mas que apresenta o menor número de evidências, pois as aulas de apenas uma hora aula não permitem medir de maneira precisa o aprofundamento nos conteúdos apresentados. O questionário poderia ser mais direto, mas precisamos respeitar o que os alunos vinham estudando. Assim, podemos dizer que os objetivos foram alcançados, verificamos os indicadores em diferentes graus de evidências e o experimento funciona não só na proposta da eletrostática, mas em alguns momentos da eletrodinâmica e podemos através dele, instigar o aluno a pesquisar mais e buscar maiores informações sobre o conteúdo estudado, e por fim, transformar o momento de investigação como aula, para poder atingir seu progresso como estudante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, Celso. Professores e Professores: reflexões sobre a aula e práticas pedagógicas diversas. Petrópolis: Vozes, 2010.

BRASIL/MEC. PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CERVO, A.; BERVIAN, P. Metodologia Científica. 5ª Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CUNHA, Rodrigo Bastos.; O que é Letramento científico e qual a sua relação com a Cultura Científica, Percepção pública da ciência e Jornalismo Científico. Disponível em: <https://www.comciencia.br/o-que-e-letramento-cientifico-e-qual-sua-relacao-com-cultura-cientifica-percepcao-publica-da-ciencia-e-jornalismo-cientifico/>. Abril/2018.

FREIRE, P., Educação como prática da liberdade, São Paulo: Paz e Terra, 1980.

LÓPEZ, J. L. L., CEREZO, J. A. L. Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad. In: GARCÍA, M. I. G., CEREZO, J. A. L., LÓPEZ, J. L. L. Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Editorial Tecnos S. A, 1996.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. Investigações em Ensino de Ciências, Porto alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

ZABALA, Antoni. A Prática educativa: como ensinar / Antoni Zabala; Tradução Ernani F. da F. Rosa – Porto Alegre: Artmed, 1998.

VALLE, Mariana Guelero do, SOARES, Karla Jeane Coqueiro Bezerra, SÁ-SILVA, Jackson Ronie, (organizadores). A alfabetização científica na formação cidadã: perspectivas e desafios no ensino de ciências - 1. ed. – Curitiba: Appris, 2020.

<https://www.educ.see.ac.gov.br/pagina/referenciais-curriculares-da-see-barra-ac>

https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf

https://www.researchgate.net/figure/Figura-78-Esquema-de-funcionamento-de-um-retificador-de-onda-completa-em-ponte-28-Como_fig34_323153791

Apêndice A

Produto educacional



CARGA E DESCARGA DE CAPACITORES

FERNANDO CEZAR RIVAROLA RAMIREZ

Agosto - 2022

Sumário

Sumário

INTRODUÇÃO	104
Capítulo 1. Base teórica	105
Capítulo 2. Sequência didática.....	108
Capítulo 3. Montagem do experimento	120

INTRODUÇÃO

Apresentamos o produto educacional desenvolvido para uma sequência de aulas do terceiro ano do ensino médio, que visa atender as habilidades propostas na Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018). Neste produto educacional propomos a construção de um circuito elétrico que possa transformar a corrente alternada em corrente contínua e assim carregar um componente eletrônico chamado Capacitor, que consiste em um dispositivo dotado de placas isoladas entre si e que podem armazenar cargas elétricas diferentes, formando entre essas placas um campo elétrico, apresentando uma diferença de potencial e assim armazenar energia elétrica dentro dele.

O objetivo dessa montagem é alimentar capacitores que não são fixos ao circuito, mas que o fecham ao encostar os terminais do capacitor em contatos que estão ligados a diodos retificadores internos e fixos ao circuito.

O objetivo específico é utilizar esse experimento, que denominamos de Carga e Descarga de Capacitores, em uma aula de eletrostática e eletrodinâmica em um sistema de aula de investigação, apresentada como laboratório investigativo, manuseado pelo professor e apresentado com intuito de que os alunos possam verificar em escalas maiores o movimento de cargas elétricas através de uma lâmpada que varia o seu brilho de acordo com a carga do capacitor.

As aulas de física podem ter atrativos diferentes de uma abordagem apenas de livro didático, quadro e pincel, e mesmo que não haja disposição de laboratório com quantidade de aparatos suficientes para as aulas práticas, podemos fazer uso de metodologias de alfabetização científica (SASSERON E MACHADO 2017), que proporcionam uma dinâmica em que apenas uma montagem experimental atenda a uma turma inteira, apresentando conceitos que já foram vistos, ou serão vistos pelos alunos, melhorando os processo de aprendizagem devido a interação possível com o experimento com a proposta de investigação ao experimento.

Para aplicação do experimento sugerido temos a elaboração da sequência de aulas no capítulo 1, Base teórica, no capítulo 2 apresentamos os quatro momentos com a sugestão de aplicação detalhada e no capítulo 3 a construção do experimento.

Capítulo 1. Base teórica

As habilidades que pretendemos atender com a apresentação do experimento está no quadro 1 das competências e habilidade da nova BNCC:

Quadro 1: habilidades e competências da BNCC (BRASIL, 2018)

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
(EM13CNT107) Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos - com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais -, para propor ações que visem a sustentabilidade.
(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.

A proposta de currículo apresentado nas escolas de ensino médio costuma apresentar na terceira série os conceitos relacionados a eletricidade, no novo ensino médio em implantação das escolas estaduais no ano letivo de 2022, a divisão do currículo não define esse conceito para o terceiro ano do ensino médio, mas dentro de um quadro de habilidades que devem ser atendidas ao longo das primeiras e segundas séries. Assim temos o quadro 2 que apresenta parte do Currículo Único de Referência do Acre 2022 (ACRE, 2021):

Quadro 02: Parte do Currículo Único de Referência do Acre 2022 (ACRE, 2021)

Habilidades	Componente Curricular	Objeto de Conhecimento
(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	FÍSICA	<ul style="list-style-type: none"> - Transformações de energia: mecânica, térmica, sonora, elétrica, eólica, solar, luminosa e nuclear; - Trabalho e potência.
(EM13CNT107) Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos - com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais -, para propor ações que visem a sustentabilidade.	FÍSICA	<ul style="list-style-type: none"> - Circuitos elétricos.
(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.	FÍSICA	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos de medidas. - Sistema Internacional de Unidades; - Unidades de medidas; - Relatório
(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no	FÍSICA	<ul style="list-style-type: none"> - Enfrentamento de situações-problema sob a perspectiva científica e tecnológica; (Conhecimentos prévios de eletricidade)

enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.		
(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.	FÍSICA	- Enfrentamento de situações-problema sob a perspectiva científica e tecnológica; (Construção de relatórios e observação do experimento sobre capacitores)
(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.	FÍSICA	- Funcionamento de equipamentos e sistemas. Circuitos Elétricos.

Fonte: Elaborado a partir do Currículo de Referência Único do Acre (ACRE, 2021)

Capítulo 3. Sequência didática

Podemos verificar que para atender as habilidades a aula de física ainda fará uso dos conceitos que já eram apresentados, mas com abordagem que possa proporcionar maior interação e apropriação dos conceitos para que possam compreender e aplicar o que está sendo estudado. Com essa perspectiva elaboramos uma sequência de aulas que incluem o uso do experimento sugerido.

Momento aula 01. Problemática inicial

TEMPO PREVISTO: 1 HORA AULA

HABILIDADES ENVOLVIDAS: EM13CNT10, EM13CNT205;

MATERIAIS DIDÁTICOS UTILIZADOS: Montagem de pêndulo eletrostático: fios de cabelo e bolinha de papel, cano de pvc de 50cm e sacola plástica para atritar o cano; quadro branco, pincel e livro didático de apoio.

DESENVOLVIMENTO:

Apresentação de conceitos de eletrização utilizando um pêndulo eletrostático simples: Tratar sobre o processo de eletrização como base para o desenvolvimento da eletricidade em todas as suas aplicações:

1. Com uso do livro didático em uso, apresentar os conceitos de constituição da matéria e processos de eletrização;
2. Montar um pêndulo eletrostático com fios de cabelo, utilizar uma haste ou borda da mesa para pendurar o fio de cabelo com uma pequena bolinha de papel amarrada na ponta; conforme mostra a foto 1:

Foto 1: Sugestão de Pêndulo



Fonte: Elaborada pelo autor

3. Atritar o cano com uma sacola plástica e aproximar da bolinha de papel sem deixar encostar: perguntar aos alunos se conseguem associar ao que foi apresentado no livro, intervir se necessário para explicação correta.
4. Em seguida permitir que a bolinha encoste no cano e verificar o afastamento da bolinha em seguida: verificar se os alunos conseguem entender o que acontece, e intervir se necessário;
5. Por fim, o professor pode explicar todo o processo de eletrização que está envolvido e preparar os alunos para as próximas aulas; permitir que os alunos interajam com a montagem do pêndulo;

Momento aula 02. Conceitos da eletrostática

TEMPO PREVISTO: 1 HORA AULA

HABILIDADES ENVOLVIDAS: EM13CNT308

MATERIAIS DIDÁTICOS UTILIZADOS: PDF EM MULTIMÍDIA, PINCEL E QUADRO; CANUDOS PLÁSTICOS, PAPEL, PÊNDULO ELETROSTÁTICO;

DESENVOLVIMENTO:

Com uso do livro didático em sua versão impressa em mãos ou o PDF apresentado através de multimídia para os alunos apresentamos os conceitos relacionados a eletrostática. Leitura e explicação junto com a turma.

O uso do livro didático na escola nos permite orientar os alunos com os conceitos que listamos, mas de acordo com a demanda ou disponibilidade do professor que fará uso desse material pode ser alterado. Os tópicos que temos são:

1. A constituição da matéria: com suporte do livro didático fazer uma explanação sobre a história do átomo, sua constituição e estrutura da matéria.

2. Processos de eletrização: apresentar as três maneiras como se pode eletrizar um objeto. Essa parte da aula é acompanhada de uma demonstração investigativa com uso de canudos plásticos e papel. Atritar o canudo e atrair pequenas bolinhas de isopor ou papel. Também podemos fazer uso de um simples pêndulo eletrostático para mostrar os processos de eletrização: atrito, contato e indução.

3. Campo elétrico: apresentar o conceito de campo elétrico de maneira histórica falando sobre Michael Faraday e a maneira como o campo elétrico contribui para o acúmulo de cargas nos terminais de uma pilha e bateria. Esse momento da aula promove uma interdisciplinaridade com a Química.

4. Força elétrica: Apresentar a relação do campo elétrico e a resultante de interação com o campo, que é a força elétrica, demonstrando como existem semelhanças pelas propriedades da matéria entre força e campo elétrico com campo e força gravitacional. Cabe ainda um destaque para a formulação das leis de gravitação universal e a lei de Coulomb, dando um destaque para a importância histórica do cientista Charles Coulomb.

5. Tensão e energia potencial elétrica: Como estamos tratando do campo elétrico vamos adicionar o conceito de tensão elétrica a partir do trabalho da força elétrica sobre uma carga elétrica. Nesse momento temos a deixa para encaixar o exemplo inicial do capacitor e construir um paralelo do componente que juntamente com o resistor são os mais comuns em circuitos eletrônicos.

6. Modelo de corrente elétrica nos metais: por fim nesse encontro vamos apresentar o modelo de corrente elétrica pela movimentação das cargas elétricas através de um condutor de eletricidade em um intervalo de tempo, causada pela ação de um campo elétrico.

Esse segundo momento é de abordagem teórica e tem por objetivo preparar os alunos para a abordagem prática que temos no momento 3.

Momento aula 03. Representação do capacitor e suas aplicações: demonstração investigativa com o experimento Carga e descarga de capacitores.

TEMPO PREVISTO: 1 HORA AULA

HABILIDADES ENVOLVIDAS: EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT302 e EM13CNT 308;

MATERIAIS DIDÁTICOS UTILIZADOS: QUADRO E PINCEL, EXPERIMENTO DE CARGA E DESCARGA DE CAPACITOR, PLACAS DE APARELHOS ELETRÔNICOS;

DESENVOLVIMENTO:

Nesse momento da aula vamos utilizar uma problematização inicial rápida sobre as placas de aparelhos eletrônicos. As placas têm o aspecto da foto 01 e são encontradas em aparelhos que são descartados após a sua inutilização.

Foto 02: Exemplos de placas eletrônicas encontradas em sucatas



Fonte: elaborado pelo autor. 2021

Ao dispor dessas placas em um ambiente de sala de aula para exposição aos alunos é interessante confrontar as imagens, que podem estar em uma abordagem na internet ou no livro didático, com o aspecto real dos componentes nas placas, sem esquecer que elas constituem lixo eletrônico, mas que ainda possuem elementos que podem funcionar na eletricidade.

Para a apresentação do experimento é importante recomendar aos alunos que realizem anotações e perguntas sobre os momentos de apresentação do experimento.

O componente capacitor é encontrado facilmente em sucatas de aparelhos eletrônicos ou ainda adquiridos em lojas físicas especializadas na cidade, ou ainda através de sites de vendas via internet. São componentes que trazem em seu corpo as características elétricas de seu funcionamento a saber:

- **Capacitância:** o valor da capacidade de carga a ser acumulada no componente. Unidade de medida da capacitância é o Farad, mas devido ao fato de ser uma unidade muito grande, os componentes normalmente vêm com a indicação em submúltiplos, como por exemplo os nanofarad (nF) ou microfarad (μF). Observação: para os efeitos esperados no experimento de carga e descarga utilizando o carregador produzido por nós usaremos capacitores de valores práticos considerados altos.

- Tolerância: os componentes eletroeletrônicos na prática são produzidos em larga escala comercial, estão sujeitos a variações na construção física e, portanto, podem variar um pouco o valor da capacitância, que conforme já foi apresentado é dependente da construção física das placas e sua separação. Essa tolerância varia de 1% até 20% do valor face do componente e representa os valores mínimos e máximos em que a capacitância deve estar para que seja considerado em funcionamento normal. Variações maiores que a tolerância apresentada significa que o componente está defeituoso.
- Tensão de trabalho: o valor da diferença de potencial a ser aplicada entre as placas do capacitor através de seus terminais é apresentada em Volts. Esse é um dado importante em nosso experimento, pois o carregador proposto é ligado direto à rede elétrica.

O capacitor a ser utilizado é do tipo eletrolítico polarizado. No modelo que já tínhamos experimentado foi retirado de uma sucata de transmissor de rádio antigo.

A dinâmica para esse momento prevê o uso de um experimento em demonstração investigativa. Para compreendermos o uso dessa dinâmica apoiamos-nos na afirmação que

A demonstração investigativa é uma estratégia que pode ser utilizada em sala de aula, principalmente quando o professor não tem a sua disposição material e número suficiente para ser trabalhado por todos os grupos ou quando representa algum grau de periculosidade. trata-se também de uma abordagem adequada quando há pouco tempo para abordar o conteúdo, pois esta atividade pode ser realizada em apenas uma aula. (SASSERON e MACHADO, 2017, p.54).

O experimento proposto para essa aula é uma montagem que pode carregar e descarregar um capacitor através de um circuito elétrico que contém lâmpadas ligadas em série para poder visualizar um fenômeno que sugere a movimentação das cargas elétricas.

A montagem do experimento é apresentada na foto 02:

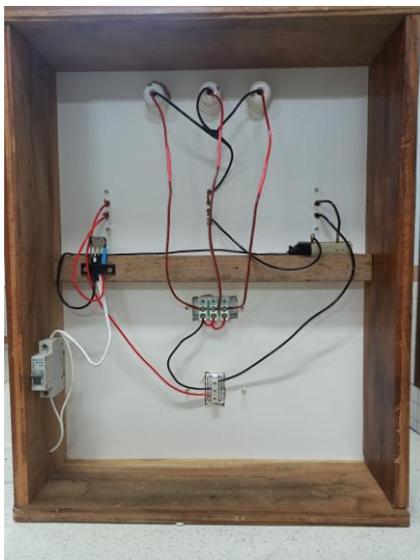
Foto 03: Montagem do experimento



Fonte: Elaborado pelo autor.

O circuito atrás é mostrado na foto 04:

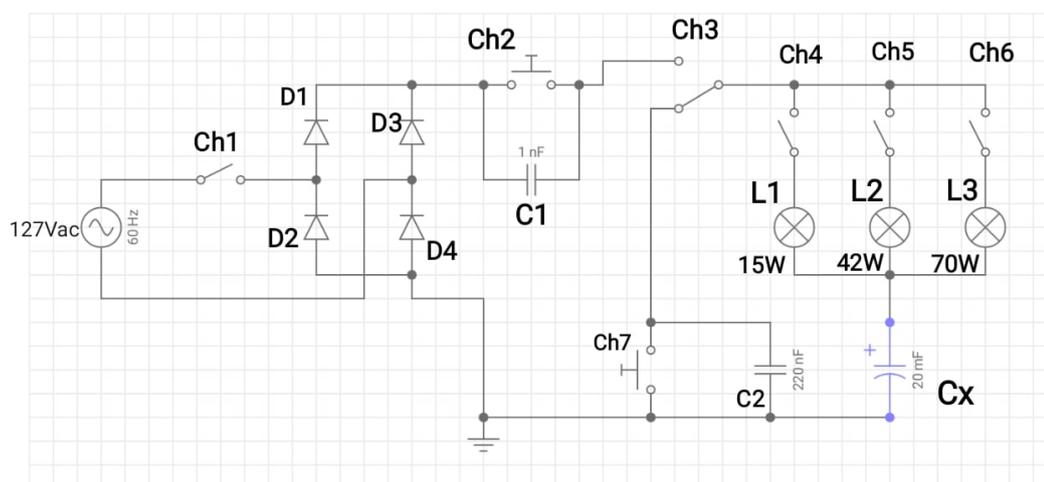
Foto 04: Circuito montado



Fonte: Elaborado pelo autor.

O esquema elétrico do circuito é dado na figura 01

Figura 01: esquema elétrico do carregador/descarregador de capacitores



Fonte: elaborado pelo autor

Os componentes envolvidos na montagem do carregador/descarregador de capacitores são:

- 1- Entrada da fonte de energia elétrica em 127 V alternados;
- 2- Ch 1: disjuntor de ligação geral;

3- D1 – D4: diodos retificadores, que no caso dessa montagem trata-se de uma ponte retificadora, modelo G2SB60, retirada de uma placa de monitor de computador modelo de tubo de raios catódicos (antigo);

4- Ch 2 e Ch3: Push Buton, que no caso da nossa montagem foram usados dois interruptores tipo campainha normalmente aberto. Tem a função de fechar o circuito apenas quando são pressionados.

5- C1 e C2: Capacitores Supressores, que curiosamente, na montagem vamos precisar utilizar dos princípios básicos dos capacitores que podem funcionar como supressores de faíscas no interior dos interruptores, aumentando assim a vida útil dos interruptores; São capacitores de valores de 100 até 800 nanofarad do tipo não polarizado. Essa informação é relevante para fazer as comparações sobre as dimensões de um capacitor e suas diferentes aplicações.

6- Ch 4, Ch 5 e Ch 6: formam um interruptor triplo colocado no centro do experimento e que fecham o circuito de maneira permanente com as lâmpadas em série com o capacitor.

7- L1: lâmpada incandescente de 15W

8- L2: lâmpada incandescente halógena de 42W

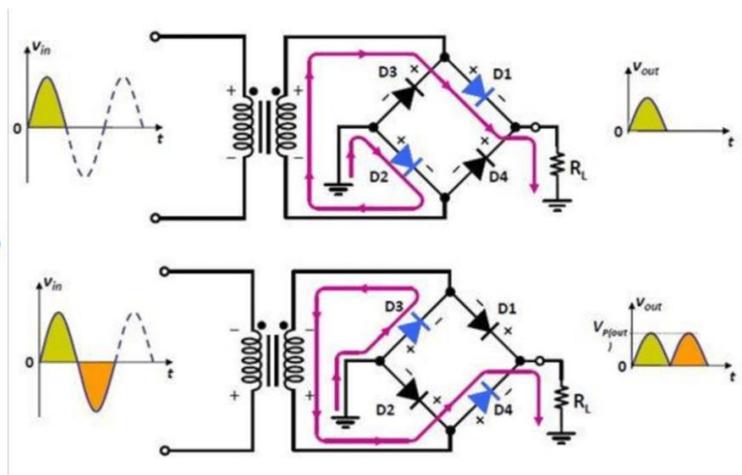
9- L3: lâmpada incandescente halógena de 70W

10- C_x: Capacitor que fecha o circuito com carga ou descarga.

Funcionamento da montagem: carga

O circuito é ligado diretamente a rede elétrica em tensão de 127Vac. (Percebemos aqui que temos a oportunidade de verificar um indicador de investigação: diferentes tipos de corrente, a observação). Logo o Disjuntor indicado como Ch 01 liga o circuito até os diodos retificadores, que são componentes semicondutores de eletricidade, tem por característica permitir a passagem de corrente elétrica apenas em um sentido. Como a corrente alternada tem polaridade que alterna constantemente, os diodos semicondutores farão com que apenas um dos ciclos de onda da corrente alternada possa passar de acordo com a polarização que o diodo é colocado. Então vejamos o funcionamento da ponte de diodos D1 – D4 quando a corrente alternada passa por ele:

Figura 02: Funcionamento de uma ponte de diodos retificadores



Fonte- Adaptado de: https://www.researchgate.net/figure/Figura-78-Esquema-de-funcionamento-de-um-retificador-de-onda-completa-em-ponte-28-Como_fig34_323153791

Vejamos que na parte superior da figura 04 temos o semiciclo positivo de uma onda de corrente alternada que ao encontrar com os diodos D1 e D2 encontram passagem por sua polarização direta, mas não passam pelos diodos D3 e D4. Aparecendo no gráfico à direita apenas o semiciclo positivo. Na parte inferior da figura 04 temos o semiciclo negativo encontrando os diodos D1 e D2 polarizados invertidos e sem condução de corrente e os diodos D3 e D4 polarizados diretamente, permitindo assim a condução desse semiciclo que embora seja negativo, passa em polarização direta pelo diodo, transformando-se em um ciclo positivo conforme vemos no lado direito inferior da figura. A essa montagem de diodos em ponte retificadora que retifica os dois ciclos de onda alternada chama-se ponte retificadora de onda completa. Nesse momento temos uma corrente pulsante, que não adota valores negativos, mas não se mantem com valores constantes. Para a retificação atingir a corrente contínua precisamos de um tipo de filtro para essa corrente pulsante, e aí temos mais uma aplicação dos capacitores, que por serem capazes de armazenar cargas elétricas e criar uma diferença de potencial entre suas placas devido o campo elétrico formado, ele mantém os valores estáveis durante os pulsos entre os picos da corrente pulsante, aproximando as características da corrente contínua após sua passagem e filtragem.

A ligação do capacitor em uma fonte retificadora é em paralelo com a tensão de entrada. Mas para o nosso circuito temos ainda um interruptor do tipo Push button, ou botão de apertar, que fecha o circuito apenas quando é pressionado e permanecer pressionado. Essa cautela na montagem é um artifício de segurança, pois como trabalhamos com a tensão da rede elétrica é preciso garantir que em caso de acidente o interruptor abra o circuito. O capacitor em paralelo com Ch2 e Ch tem a função de evitar surgimento de faíscas entre os terminais dos interruptores. Ao fechar ou abrir o circuito os capacitores já terão uma pequena carga amortecendo a passagem brusca dos elétrons, evitando assim o surgimento das indesejadas faíscas que podem estragar os interruptores. Após Ch2 o circuito entra no interruptor triplo Ch4, Ch5 e Ch6 que vão ligar uma lâmpada ao circuito, sendo que cada interruptor liga uma lâmpada diferente. A outra extremidade da lâmpada encontra o Capacitor Cx que é um capacitor de grande capacidade de carga que então é ligado ao terminal negativo da ponte, retornando então para a fonte. Ao conectar por contato, o capacitor de 20mF (miliFarad) e pressionar o interruptor Ch2 temos a passagem de corrente elétrica durante o período de carga do capacitor. Acendendo a lâmpada equivalente no circuito.

A potência da lâmpada é dependente do valor ôhmico do filamento, que embora varie junto com a variação de temperatura atinge uma estabilidade, e pode ser comparado ao comportamento de um resistor que limita a corrente de maneira constante obedecendo ao fator da constante de tempo para carga do capacitor:

$$\tau = R \cdot C$$

Para os valores de R em Ohm (Ω) e de C em Farad;

Sabemos que a potência elétrica é dada em função da corrente e resistência por:

$$P = R \cdot i^2$$

Ou seja, se temos valores diferentes de potência, teremos valores diferentes de resistência e a corrente elétrica fluirá de maneira diferente até carregar o capacitor, mesmo que o capacitor não atinja sua carga máxima. Assim, ao fechar o circuito, a lâmpada acende e seu brilho cai aos poucos com o passar do tempo. Esse tempo varia de acordo com o interruptor que estiver fechado (Ch4, Ch5 e Ch6) ligando as suas respectivas lâmpadas de 15, 42 ou 70W. Esses valores de tempo podem ser calculados e admitindo-se as margens de erro tornarem-se experimentos muito interessantes, mas fogem do contexto aqui empregado.

Funcionamento da montagem: descarga

Agora que já temos uma noção do funcionamento de carga do capacitor vamos conhecer a descarga dele, pois para essa ação não usaremos o circuito de entrada nem o retificador. Ao conectar por contato o capacitor Cx no circuito e fecharmos o interruptor Ch2 vamos carregar o capacitor conforme descrito anteriormente. Ao soltar o interruptor Ch2 e agora pressionar o interruptor Ch3, ligaremos o terminal positivo do capacitor ao terminal negativo dele através da lâmpada controlada pelo interruptor triplo. Então podemos usar a lâmpada de 15W para carregar, observar o tempo de carga, e logo em seguida descarregá-lo via ch3 e a mesma lâmpada (ou até mesmo usar lâmpadas diferentes nos processos) comparando assim a proximidade dos tempos de carga e descarga do capacitor.

Uma prática comum feita pelo autor do trabalho é a descarga via curto-circuito nos terminais do capacitor. O efeito luminoso e acústico é estrondoso, e podemos ter uma noção pela foto 04

Foto 04: Curto-circuito em um capacitor de 20mF carregado



Fonte: elaborado pelo autor

Com esses fenômenos visuais pretende-se atingir a curiosidade dos alunos, estimular o questionamento, criação de ideais, hipóteses e discussões que possam tornar o quarto momento uma aula em que os alunos possam divagar sobre o que se viu, sobre os conceitos estudados e sobre a problemática do lixo eletrônico.

Procedimentos de uso do experimento:

1. Ligue o experimento em uma tomada da rede elétrica de voltagem de 127V;
2. Verifique se o disjuntor geral está ligado;
3. Selecione no interruptor múltiplo qual das lâmpadas vai ligar ao circuito;
4. Selecione a chave comutadora para a função carga;
5. Conecte o capacitor encostando nos terminais + e – respeitando a polaridade do capacitor, e pressione a chave de carga do capacitor;
6. Observe o brilho da lâmpada até que fique estável, teoricamente carregado, mas na prática vai permanecer com um brilho mínimo, explique para os alunos o processo de carga do capacitor;
7. Após a carga, modifique a chave comutadora para descarga e conecte o capacitor encostando-o nos terminais + e – respeitando a polaridade e aperte o interruptor de descarga e observe o brilho da lâmpada, até apagar por completo.
8. Selecione outra lâmpada e repita o processo do item 3 até o 7;

Acompanhe as anotações dos alunos e permita que eles sugiram outras maneiras de interagir com o experimento. Com uso de uma base metálica podemos descarregar o capacitor por meio de curto-circuito, proporcionando um estampido alto e de brilho intenso pelas faíscas, tal qual está na foto 4. Podemos ligar mais de uma lâmpada ao mesmo tempo e testar diferentes tipos de capacitores. A relação do tempo de carga e descarga do capacitor nos ajuda a construir relações com a potência das lâmpadas, intensidade de corrente, transformação de energia, podendo servir de introdução aos conceitos de eletrodinâmica.

Momento 04. Preparação para introdução de conceitos de eletrodinâmica: grandezas elétricas, unidades de medida, transformação de energia elétrica. Avaliação do processo

TEMPO PREVISTO: 1 HORA AULA

HABILIDADES ENVOLVIDAS: EM13CNT107, EM13CNT205, EM13CNT301 E EM13CNT308.

MATERIAIS DIDÁTICOS UTILIZADOS: Anotações realizadas pelos alunos durante a demonstração investigativa, experimento de carga e descarga de capacitores;

DESENVOLVIMENTO:

Iniciar o encontro com os alunos debatendo sobre o funcionamento do experimento e as relações que foram encontradas e anotadas pelos alunos em aula de

observação do laboratório investigativo. Utilizar as anotações, debates e questionamentos dos alunos para reforçar os conceitos estudados e preparar os conceitos de eletrodinâmica que poderão vir a ser estudados posteriormente.

Conceitos envolvidos que podem ser revisados: constituição da matéria, processos de eletrização, movimentação de cargas elétricas, atração e repulsão, campo elétrico, força elétrica, tensão, corrente, energia elétrica e transformação de energia;

Capítulo 3. Construção do painel de carga e descarga de capacitores:

1. Materiais necessários

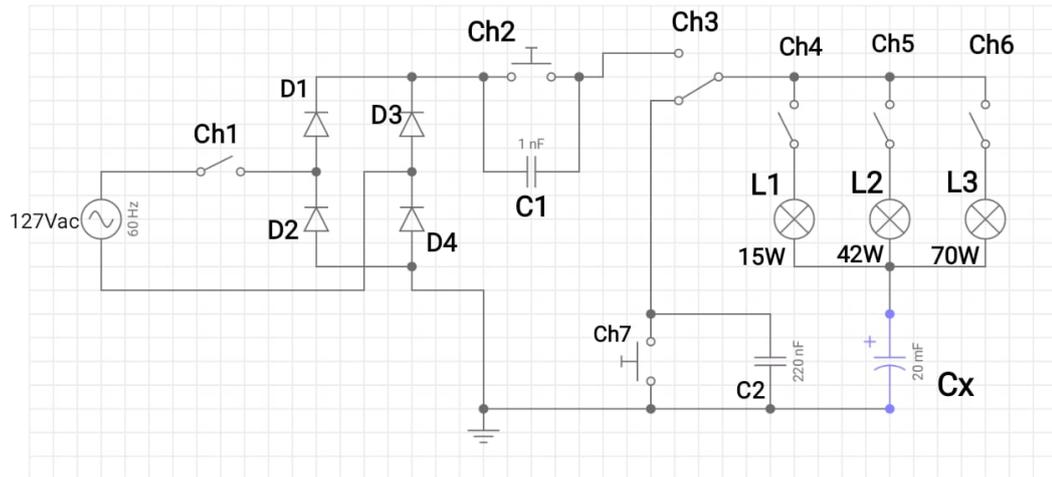
Os materiais necessários para a construção do experimento carga e descarga de capacitores e que terá uso permanente pelo professor são:

- Fios de ligação ou cabo paralelo, no comprimento que o professor achar mais cômodo de acordo com a disposição de tomadas na sala do experimento; nesse experimento foram utilizados 1,5 metros de fio paralelo 1,5mm², com plug de 10 A e 250V de 90°.
- Disjuntor 10 A para ligação geral;
- Chaves push button ou botão de campainha;
- Interruptor triplo de 10A;
- Interruptor chave comutadora duas posições 10 A;
- Fios de ligação interna do circuito, para as dimensões desse experimento foram utilizados 2 metros de fio preto e 2 metros de fio vermelho, todos de bitola de 1,5mm²;
- Três receptáculos de lâmpadas E27 (vulgo Bocal de lâmpadas);
- Fio rígido de cobre 8mm; duas hastes de 10cm cada
- Fita isolante;
- Alicates e chave Philips pequena para trabalhar com os receptáculos.
- Caixa de madeira para armazenamento;
- 2 Capacitores não polarizados de 100nF.
- Capacitores de grandes capacidades e voltagem acima de 120 V do tipo polarizado ou eletrolíticos; podem ser encontrados em sucatas ou comprados em lojas especializadas, valores de 1 mF até 20mF podem ser usados;

2. Construção

O circuito elétrico a ser montado apresenta o seu esquema elétrico na figura 1:

Figura 01: esquema elétrico carga e descarga de capacitores



Fonte: elaborado pelo autor

Para acomodar o experimento foi construído uma caixa de madeira que utilizou de materiais reaproveitados; pedaços de tábua limpos e serrados em medida para formar um quadrado de 60cm x 50 cm reforçado no meio com um pedaço de longarina;

Foto 5: Pedaços de tábuas 60cm e 50cm



Fonte: elaborado pelo autor

Foto 6: madeiras pregadas em forma de H com suporte de longarina ao meio



Fonte: elaborado pelo autor

Com as tábuas e um pedaço de longarina formamos uma montagem de um quadro, utilizando a longarina ao meio que servirá de sustentação para a tampa de MDF que virá por cima com os componentes junto a ele.

Visitamos uma pequena fábrica de móveis planejados e arranjamos a tampa para caixa em madeira do tipo MDF, na medida de 60cmx50cm

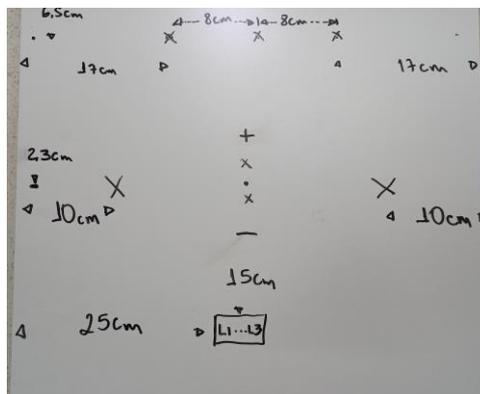
Foto 7: tampa de madeira MDF



Fonte: próprio autor

Demarcamos os locais a serem perfurados conforme a foto 8

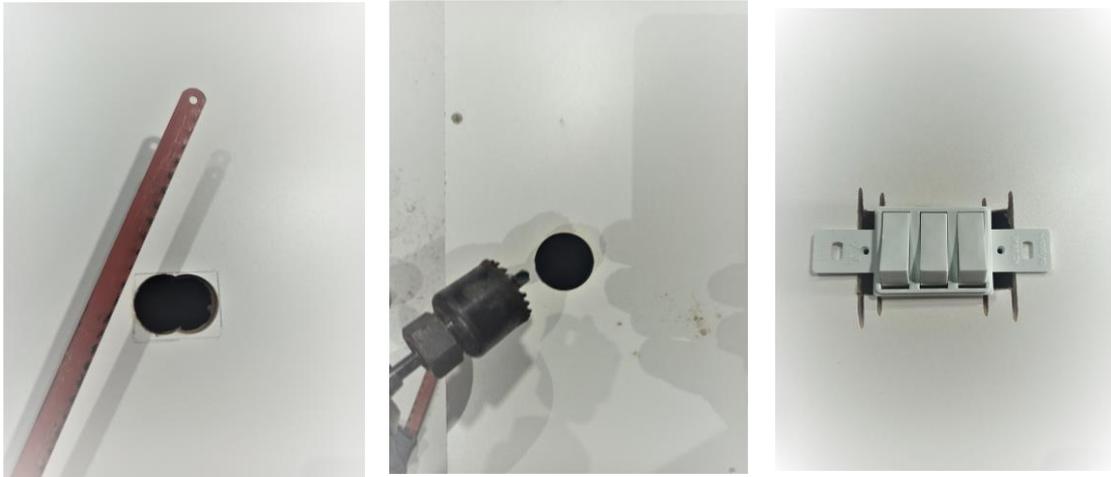
Foto 8: demarcações e distâncias dos furos



Fonte: próprio autor

Com a caixa montada abrimos os furos com uso de uma serra copo e serrinha comum:

Foto 9: perfurações para soquetes e interruptores



Fonte: próprio autor

Após distribuir na caixa a posição dos interruptores a conexão elétrica que requer mais cuidado é a da ponte de diodos: os terminais centrais da ponte G2SB60 são da ligação dos fios de entrada de corrente alternada, enquanto o terminal chanfrado na ponta marca a saída de corrente positiva, e a outra extremidade o terminal negativo. Os terminais devem ser soldados para garantir a segurança e funcionamento do circuito:

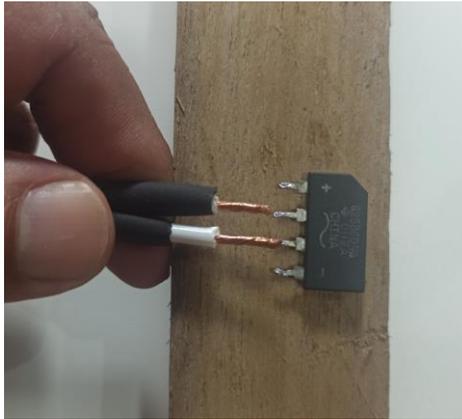
Foto 10: ponte retificadora



Fonte: elaborado pelo autor

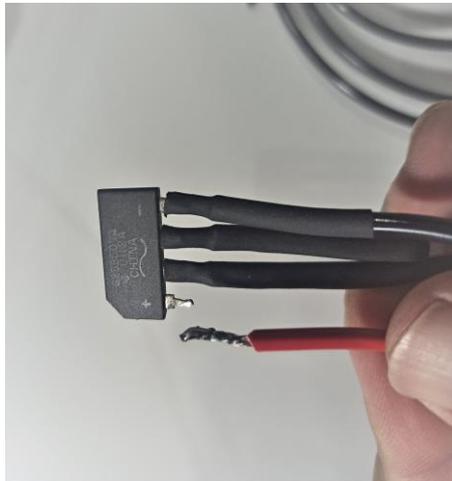
A solda dos fios de entrada de tensão alternada deve ser feita nos terminais centrais da ponte retificadora e posteriormente devem ser isoladas de acordo com o mostramos nas fotos 11 e 12, e os fios são soldado com ferro de solda e estanho como mostramos na foto 13:

Foto 11: solda nos terminais de entrada da ponte retificadora



Fonte: próprio autor

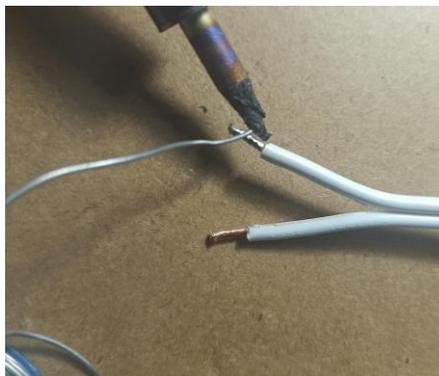
Foto 12: isolamento dos fios após a solda



Fonte próprio autor

Os fios de ligação são soldados, com ferro de solda e estanho conforme mostrado na foto 13:

Foto 13: Solda nos fios

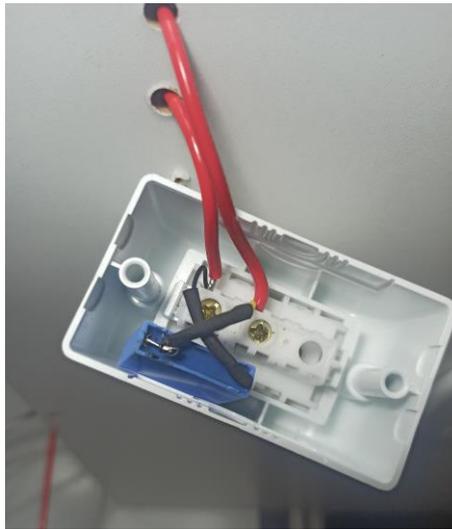


Fonte: próprio autor

Os fios de entrada e negativo de saída mantivemos a cor padrão, e o fio de saída positivo marcamos com o fio vermelho para identificar o caminho de carga do capacitor, mas isso fica a critério do montador e a disponibilidade dos fios coloridos

O interruptor tipo campainha ou push button, recebeu um capacitor com a função de evitar centelhas no ligar e desligar o processo de carga e descarga. Como o capacitor limita a passagem da corrente alternada ele pode ser ligado em paralelo com os terminais do interruptor, a ligação no interruptor de carga e descarga é igual, e mostramos na foto 14:

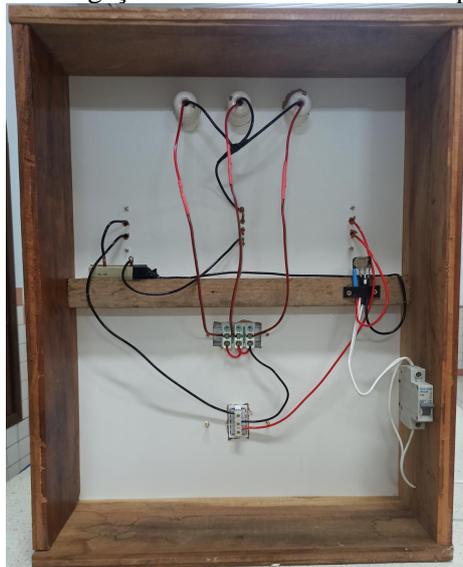
Foto 14: ligação de capacitor para evitar centelhas nos interruptores de pressão



Fonte: próprio autor

O circuito com todas as ligações feitas está na foto 15:

Foto 15: ligações do circuito elétrico completo



Fonte: próprio autor

Para podermos associar o esquema elétrico com a montagem do circuito apresentamos a foto 15 ampliada:

