

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



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

JARDEL PINHO SENA

**PROPOSTA DE EXPERIMENTOS INTERDISCIPLINARES SOBRE CIRCUITOS
ELÉTRICOS COM CORRENTE CONTÍNUA ENVOLVENDO FÍSICA E QUÍMICA:
CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL**

TERESINA

2022

JARDEL PINHO SENA

**PROPOSTA DE EXPERIMENTOS INTERDISCIPLINARES SOBRE CIRCUITOS
ELETRICOS COM CORRENTE CONTÍNUA ENVOLVENDO FÍSICA E QUÍMICA:
CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL**

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

Linha de Pesquisa: Física no Ensino Médio

Orientador(a): Prof. Dr. Valdemiro da Paz Brito

TERESINA

2022

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

S474 Sena, Jardel Pinho.

Proposta de experimentos interdisciplinares sobre circuitos elétricos com corrente contínua envolvendo física e química: contribuições da teoria histórico-cultural / Jardel Pinho Sena – 2022.

90 f. : il.

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

“Orientador: Prof. Dr. Valdemiro da Paz Brito.”

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Recursos Didáticos – Interdisciplinaridade. 3. Circuito elétrico. I. Brito, Valdemiro da Paz. II. Título.

CDD 530.7

Bibliotecária: Caryne Maria da Silva Gomes – CRB3/1461

JARDEL PINHO SENA

**PROPOSTA DE EXPERIMENTOS INTERDISCIPLINARES SOBRE CIRCUITOS
ELÉTRICOS COM CORRENTE CONTÍNUA ENVOLVENDO FÍSICA E QUÍMICA:
CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL**

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física, na Linha de Pesquisa Física no Ensino Médio.

Teresina (PI), _____ de _____ de 2022.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI
e-mail: mnpef@ufpi.edu.br

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE JARDEL PINHO SENA

Às quinze horas do dia trinta de agosto de dois mil e vinte e dois, reuniu-se na sala virtual da plataforma Google Meet, <https://meet.google.com/vrx-nvjx-pod>, a Comissão Julgadora da dissertação intitulada **“PROPOSTA DE EXPERIMENTOS INTERDISCIPLINARES SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS COM CORRENTE CONTÍNUA, ENVOLVENDO FÍSICA E QUÍMICA: CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA HISTÓRICO CULTURAL”** do discente Jardel Pinho Sena, composta pelos professores Valdemiro da Paz Brito (Orientador, UFPI), Izael Araújo Lima (UESPI) e Micaías Andrade Rodrigues (UFPI), para a sessão de defesa pública do citado trabalho, requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Abrindo a sessão o Orientador e Presidente da Comissão, Prof. Valdemiro da Paz Brito, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da defesa da Dissertação, passou a palavra ao discente para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos membros da Comissão Julgadora e respectiva defesa pelo discente. Nesta ocasião foram solicitadas correções no texto escrito, as quais foram acatadas de imediato pelo aluno. Logo após a Comissão se reuniu, sem a presença do aluno e do público, para julgamento e expedição do resultado final. O aluno foi considerado APROVADO, por unanimidade, pelos membros da Comissão Julgadora, à sua dissertação. O resultado foi então comunicado publicamente ao discente pelo Presidente da Comissão. Registrando que a confecção do diploma está condicionada à entrega da versão final da dissertação à CPG no prazo estabelecido de 60 dias, de acordo com o artigo 39 da Resolução Nº189/07 do CONSELHO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UFPI. Nada mais havendo a tratar, o Presidente da Comissão Julgadora deu por encerrado o julgamento que tem por conteúdo o teor desta Ata que, após lida e achada conforme, será assinada por todos os membros da Comissão para fins de produção de seus efeitos legais. Teresina-PI, 30 de agosto de 2022.

Prof. Valdemiro da Paz Brito

Valdemiro da Paz Brito

Prof. Izael Araújo Lima

Izael Araújo Lima

Prof. Micaías Andrade Rodrigues

Micaías Andrade Rodrigues

Dedico esse trabalho a minha família especialmente minha esposa Conceição de Maria Silva Sena e meus filhos Calebe Pinho Sena Silva, Kalel Pinho Sena Silva e Kainã Pinho Sena Silva. Como também a todos os meus professores e amigos que de uma forma direta e indireta contribuíram para esse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus que me proporcionou ao longo da vida todas as oportunidades, aos meus pais Vandeval Vasconcelos Sena e Terezinha de Jesus Pinho Sena, em especial a minha esposa Conceição de Maria Silva Sena pela compreensão e motivação, aos meus filhos Calebe, Kalel e Kainã por serem a minha motivação e que compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela iniciativa e promoção do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), em conjunto com Instituições de Ensino Superior (IES).

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)

Ao Prof. Dr. Valdemiro da Paz Brito, meu orientador, pela paciência, orientação e disposição, sempre compartilhando todo o seu conhecimento teórico-científico. Pela motivação que me proporcionou acerca da pesquisa científica.

A todos os profissionais que fazem parte do quadro docente do Curso de Licenciatura em Física da UFPI.

À Coordenação Pedagógica, da Escola de Educação de Tempo Integral Julia Nunes Alves, que viabilizou a aplicação do Produto Educacional vinculado à esta Dissertação.

Aos professores do MNPEF/UFPI, por todo o esforço em transmitir e compartilhar seus conhecimentos que contribuíram para minha formação.

Aos amigos da turma de 2020 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – UFPI, Polo 26, por todos os momentos vividos e pelo conhecimento compartilhado, especialmente ao colega Sandro Alvarenga pela motivação e entusiasmo.

A todos, que de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho e por ventura possamos ter esquecido.

Se levarmos em conta a presença da imaginação coletiva, que une todos esses grãos não raros insignificadamente da criação individual, veremos que grande parte de tudo que foi criado pela humanidade pertence exatamente ao trabalho criador anônimo e coletivo de inventores desconhecidos (VIGOTSKI, L.S. Imaginação e Criação na Infância, 2009, p.16).

RESUMO

Este estudo se originou da dificuldade prática de se encontrar materiais interdisciplinares para uso em sala de aula. Então, como produzir materiais Interdisciplinares de Física? A Sequência Didática apresentada nesta dissertação é composta de atividades que integram a teoria com a prática, possibilitando ao estudante uma melhor aprendizagem dos conteúdos abordados. Para maior interação entre os estudantes, usamos a tecnologia da Realidade Aumentada (RA) na Sequência Didática. Tendo como plano de fundo a montagem de um Circuito Elétrico Simples com Pilha de Limão, na perspectiva da teoria Histórico-Cultural de Vigotski, objetivando construir uma Sequência Didática para mediar e contribuir com a prática interdisciplinar entre os conteúdos de Física e Química. Este material, poderá contribuir para o processo de Ensino e Aprendizagem no estudo de Circuitos Elétricos Simples e ao mesmo tempo, trazendo significado para os conteúdos vistos em sala de aula, através da montagem de um Circuito Elétrico com Pilha de Limão com os alunos da 3ª Série do Ensino Médio. A análise dos dados produzidos foi realizada por meio do método de análise de conteúdo, aplicado às respostas dos questionários e sobre as impressões observadas pelo pesquisador durante todas as atividades. Em linhas gerais, os resultados desta pesquisa revelaram que os instrumentos de coleta de dados utilizados, complementados com as observações feitas, durante e após a aplicação da Sequência Didática indicaram que o uso da mesma, proporcionou uma maior interação e participação ativa dos alunos no processo de Ensino e Aprendizagem e na Interdisciplinaridade dos conteúdos dos componentes de Física e Química, objetivo maior dessa pesquisa. Acreditamos que a Sequência Didática é um recurso que auxiliará no Ensino de Física e na Interdisciplinaridade dos conteúdos de Física e de Química, aproximando o ensino da teoria com a prática, facilitando assim, a aprendizagem dos conteúdos envolvidos.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Ensino de Física. Circuito Elétrico Simples. Histórico-cultural.

ABSTRACT

This study originated from the practical difficulty of finding interdisciplinary materials for use in the classroom. So, how to produce Interdisciplinary Physics materials? The Didactic Sequence presented in this dissertation is composed of activities that integrate theory with practice, enabling the student to better learn the contents covered. For greater interaction between students, we use Augmented Reality (AR) technology in the Didactic Sequence. Having as a background the assembly of a Simple Electric Circuit with Lemon Stack, from the perspective of Vygotsky's Historical-Cultural theory, aiming to build a Didactic Sequence to mediate and contribute to the interdisciplinary practice between the contents of Physics and Chemistry. This material will be able to contribute to the Teaching and Learning process in the study of Simple Electric Circuits and at the same time, bringing meaning to the contents seen in the classroom, through the assembly of an Electric Circuit with Lemon Stack with 3rd grade students. High School Series. The analysis of the data produced was carried out using the content analysis method, applied to the answers to the questionnaires and to the impressions observed by the researcher during all activities. In general terms, the results of this research revealed that the data collection instruments used, complemented with the observations made, during and after the application of the Didactic Sequence, indicated that its use provided greater interaction and active participation of students in the process. of Teaching and Learning and in the Interdisciplinarity of the contents of the Chemistry Physics components, the main objective of this research. We believe that the Didactic Sequence is a resource that will help in the Teaching of Physics and in the Interdisciplinarity of the contents of Physics and Chemistry, bringing the teaching of theory closer to practice, thus facilitating the learning of the contents involved.

Keywords: Interdisciplinary. Physics Teaching. Simple Electric Circuit. Cultural-historical.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – ZDI em forma de esquemas.....	21
Figura 2 – Sentido convencional da corrente elétrica em um circuito simples...	32
Figura 3 – Corrente Elétrica em um condutor em sentido real.....	33
Figura 4 – Circuito Elétrico Simples.....	34
Figura 5 – Geradores mecânicos de eletricidade.....	35
Figura 6 – Geradores Químicos.....	36
Figura 7–Veículo dotado de células solares, nas quais a energia solar é convertida em energia elétrica.....	36
Figura 8 – Exemplo: Termopar obtido aquecendo a junção de dois fios de metais diferente.....	38
Figura 9 – N Geradores associados em Série.....	37
Figura 10 – Associação de Geradores em Série.....	38
Figura 11 – Associação em Paralelo.....	38
Figura 12 – Circuito com três Reitores Associado em Série.....	40
Figura 13 – Associação de Reitores em Paralelo.....	41
Figura 14 – Amperímetro Analógico.....	42
Figura 15 – Amperímetro Digital inserido em um Circuito Elétrico Simples.....	42
Figura 16 – Exemplo de um Voltímetro Analógico.....	43
Figura 17 - Voltímetro em um Circuito Elétrico Simples.....	44
Figura 18 – Voltímetro Analógico.....	44
Figura 19 – Multímetro na função de Ohmímetro simulando a medida da resistência de um resistor	45
Figura 20 – Início da montagem do Circuito Elétrico com Pilha de Limão.....	58
Figura 21 – Interdisciplinaridade dos professores de Física e Química.....	59
Figura 22 – Testagem do funcionamento da Calculadora no Circuito com Pilha de Limão.....	59
Figura 23 – Circuito Elétrico com três pilhas de limão.....	60
Figura 24 – Alunos respondendo o Questionário 2 da SD.....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Esboço dos encontros formativos/aulas e suas ações, datas e carga horária da pesquisa de campo.....	62
Quadro 2 – Etapas da SD, com objetivos e atividades relacionados com a abordagem Histórico-Cultural.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
Eletric.	Eletricidade
FPS	Funções Psicológicas Superiores
LDB	Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
SD	Sequência Didática
RA	Realidade Aumentada
SEDUC	Secretaria de Educação e Cultura do Piauí
ZDI	Zona de Desenvolvimento Imediato
ZDP	Zona de Desenvolvimento Potencial
ZDR	Zona de Desenvolvimento Real
PhET	Physics Education Technology
@	Arroba

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 BREVE HISTÓRICO SOBRE A INTERDISCIPLINARIDADE NO CONTEXTO EDUCACIONAL BRASILEIRO	19
2.1 A Interdisciplinaridade no Ensino e a Aprendizagem da Física	21
2.1.1 Considerações sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a interdisciplinaridade.....	21
2.1.2 Situações-problema interdisciplinares envolvendo a Física e a Química do Ensino Médio.....	24
2.2 Contribuições da Teoria Histórico-Cultural no Ensino e a Aprendizagem da Física	25
2.2.1 Considerações sobre Zona de Desenvolvimento Imediato (ZDI)	26
2.2.2 Considerações sobre mediação.....	29
2.2.3 Considerações sobre linguagem.....	29
3 CIRCUITOS ELÉTRICOS DE CORRENTE CONTÍNUA	31
3.1 Corrente Elétrica	31
3.1.1 Noções de Corrente Contínua e Alternada.....	33
3.2 Circuitos Elétricos Simples	34
3.2.1 Bateria ou Pilha	34
3.2.2 Associação de Baterias ou Pilhas	36
3.2.3 Resistência Elétrica.....	38
3.2.4 Resistências ligadas em Série.....	39
3.2.5 Resistência ligadas em Paralelo.....	39
3.3 Instrumentos Elétricos de Medidas	40
3.3.1 Instrumento de Medida de Corrente Elétrica (Amperímetro).....	40
3.3.2 instrumento de Medida de Voltagem (Voltímetro).....	41
3.3.3 Instrumento de medida de Corrente Elétrica (Amperímetro).....	42
4 METODOLOGIA	44

4.1 Caracterização da Pesquisa	44
4.2 Campo Empírico da Pesquisa	45
4.3 Participantes da Pesquisa.....	46
4.4 Técnicas e Instrumentos de Produção de Dados.....	47
4.5 Análise dos Dados Coletados.....	48
4.6 Produto Educacional.....	59
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	62
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS.....	68
APÊNDICE A – Produto Educacional	73

1. INTRODUÇÃO

Desde o século passado vem se questionando a educação tradicional e a qualidade da educação nas escolas públicas brasileiras. Muitos educadores têm proposto um ensino que realmente tenha significado e sentido no seu cotidiano. A título de ilustração, se produziu um documento que tem como objetivo nortear a educação brasileira que é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 1999). O referido documento determina os conhecimentos e as habilidades essenciais que todos os alunos e alunas têm o direito de se apropriar durante toda sua vida escolar. E, dentre as suas metodologias recomendadas, encontramos a Interdisciplinaridade, processo de conexão íntima entre as disciplinas. O trabalho interdisciplinar possibilita o diálogo entre as diferentes áreas e seus conceitos, de maneira a integrar os conhecimentos distintos e com o objetivo de dar sentido a eles (BRASIL, 2017)

Diante disso a BNCC ressalta a importância da interdisciplinaridade na construção do conhecimento. Na verdade, a própria estrutura da BNCC na etapa do Ensino Médio valoriza esse princípio metodológico, posto que nessa etapa da Educação Básica, o documento é dividido não em componentes curriculares, mas em áreas do conhecimento. Essa divisão não exclui os saberes específicos de cada disciplina, mas propõe um trabalho integrado entre elas.

Nessa direção, as orientações da BNCC que versam sobre a aprendizagem interdisciplinar, especificamente para as Ciências da Natureza que engloba os componentes Física, Química e Biologia e, sobretudo a experiência em sala de aula enquanto professores de Física do Ensino Médio. Nessa perspectiva, como trabalhar de forma interdisciplinar? Outra questão, é a dificuldade de se trabalhar nessa perspectiva em sala de aula, bem como, encontrar materiais para serem usados nas aulas de Física. Como criar um ambiente de diálogos entre os componentes de Física e de Química da área de Ciências da Natureza?

A proposta desse Produto Educacional (PE) é a realização de um experimento que possa permitir uma interação entre os conteúdos de Física e

Química de forma interdisciplinar, permitindo um maior significado e sentido aos conceitos trabalhados na sala de aula, proporcionando assim uma maior interação dos alunos tanto com os professores das disciplinas bem como entre os mesmos.

As práticas interdisciplinares na escola exigem do professor ou professora uma postura diferenciada, segundo Santomé:

Planejar, desenvolver e fazer um acompanhamento contínuo da unidade didática pressupõe uma figura docente reflexiva, com uma bagagem cultural e pedagógica importante para poder organizar um ambiente e um clima de aprendizagem coerentes com a filosofia subjacente a este tipo de proposta curricular. (SANTOMÉ, 1998, p. 253),

Os docentes de Ensino Fundamental e Médio, muitas vezes, encontram dificuldades no desenvolvimento de projetos de caráter interdisciplinar em função de terem sido formados dentro de uma visão positivista e fragmentada do conhecimento (KLEIMAN; MORAES, 2002).

A despeito desta problemática, propomos desenvolver este Projeto de Pesquisa com alunos do 3º ano do Ensino Médio, baseado nas contribuições da Teoria Histórico-Cultural, a partir de uma proposta de experimentação de Circuitos Elétricos com corrente contínua e Situações-problemas interdisciplinares, nos componentes curriculares: Física e Química.

Este texto apresenta a seguinte estrutura: na parte inicial Sessão 2, desse trabalho vamos fazer um breve histórico sobre interdisciplinaridade no Brasil, seu contexto e suas implicações. Dentro dessa temática vamos dissertar sobre a interdisciplinaridade no ensino de Física, assim como a importância no processo ensino e aprendizagem. Vamos explorar a teoria Histórico-cultural de Vigotski que serve de base para a aplicação da Sequência Didática (SD). Na Sessão 3, trabalharemos a teoria sobre Circuitos Elétricos Simples, que é o tema da SD que foi aplicada. Continuando, na Sessão 4, apresentaremos a SD propriamente dita e a sua metodologia. Em seguida, na Sessão 5, apresentaremos e discutiremos os resultados obtidos com as sucessivas aplicações da SD e a análise dos dados obtidos. Concluindo, na Sessão 6, apresentaremos as nossas considerações finais sobre a pesquisa desenvolvida e descrita no texto.

2 BREVE HISTÓRICO SOBRE A INTERDISCIPLINARIDADE NO CONTEXTO EDUCACIONAL BRASILEIRO

Há algum tempo interdisciplinaridade vem sendo debatida e ganhando cada vez mais destaque no cenário educacional, pelo fato de estar associada à busca de uma aprendizagem mais significativa, tanto na organização dos currículos, quanto na questão do aprendizado e na formação de educadores (AMORIM; FEISTEL, 2017).

A Interdisciplinaridade: “vem sendo discutida com mais ênfase nos últimos anos, sobretudo, quando se relaciona a sua prática com a busca de conhecimentos” (AMORIM; FEISTEL, 2017, p. 03). Principalmente pela previsão da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) Nº 9.394/96, juntamente com os documentos norteadores para educação como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e mais recentemente a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) que é um documento elaborado para orientar o ensino vigente no Brasil, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. A partir da BNCC vem se intensificando as práticas interdisciplinares no cenário educacional nacional. Além da sua grande influência na legislação e nas propostas curriculares, a interdisciplinaridade tornou-se cada vez mais presente na prática do professor.

Fala-se de Interdisciplinaridade no Brasil a partir do final da década de 1960 com as reformas na educação brasileira na década seguinte (CARLOS, 2007). O ponto de partida foi a lei editada a partir de 1971 com a Lei Nº 5.692/71 que regia o ensino no 1º e 2º graus. A Interdisciplinaridade, destacada na lei 5.692/71 sugeriu que da 1ª a 4ª séries do antigo 1º grau, a integração dos conteúdos de História e Geografia fosse substituída por Estudos Sociais, e que Ciências Físicas e Biológicas, fossem transformadas em Ciências. Essas integrações, segundo (FAZENDA, 1994), minimizaram o processo de ensino e aprendizagem e os conteúdos passaram a ser trabalhados superficialmente, conduzindo à perda da identidade dos componentes e à insignificância do termo interdisciplinaridade.

Com a chegada da interdisciplinaridade no Brasil, houve também algumas críticas da forma como ela foi implantada no contexto brasileiro, sem nenhum debate e reflexões, como afirma Fazenda:

[...] o eco das discussões sobre interdisciplinaridade chega ao Brasil ao final da década de 1960 com sérias distorções, próprias daqueles que se aventuram ao novo sem reflexão, ao modismo sem medir as consequências do mesmo (FAZENDA, 1994. p. 23).

Entretanto mesmo com as críticas a interdisciplinaridade têm um papel de influência no ensino brasileiro, e está contemplada na recente BNCC, que define os direitos de aprendizagem de todos os alunos no Brasil. Ela determina os conhecimentos e habilidades essenciais que todos os alunos têm direito de aprender. Ela é obrigatória e está prevista na lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) e no Plano Nacional da Educação (PNE). Na prática, é um documento de referência para redes públicas e particulares (BRASIL, 2017).

Podemos contemplar na BNCC uma das principais funções da Interdisciplinaridade nos componentes curriculares.

[...] Decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem (BRASIL, 2017, p.12).

Dessa forma vem se trabalhando desde a década de 1960 a interdisciplinaridade no Brasil, com a implantação da Lei Nº 5.692/71, que abordou o tema de forma oficial. A implantação da BNCC foi de grande importância para efetivação destas práticas, pois é um documento obrigatório nas redes de ensino brasileiro. Desde então, os professores e os governos estão implementado em seus Currículos essas práticas.

Nestes últimos trinta anos de pesquisas no Brasil, com parceiros de reconhecido trabalho no exterior, temos verificado que o trabalho interdisciplinar nas diversas modalidades de ensino possui ainda inúmeros desafios para sua implementação. Ao mesmo tempo, verificamos também que aumentam as perspectivas para sua efetivação nas escolas, nas universidades e nos diversos segmentos da sociedade na mesma medida em que as pessoas se dispõem a estudá-la, a compreendê-la e a praticá-la em seus universos pessoais e laborais. (FAZENDA, 2011, p. 10)

2.1 A Interdisciplinaridade no Ensino e a Aprendizagem da Física

A princípio vamos falar um pouco dos conceitos de Interdisciplinaridade. Os conceitos dessas concepções não são bastante simples definir o termo. Há

discussões de vários autores que versam sobre o tema e percebe-se que não há uniformidade com o conceito de interdisciplinaridade. Nosso objetivo aqui não é promover nenhum debate sobre o tema, só apresentar alguns conceitos sobre o tema abordado e fazer uma relação com a Física.

2.1.1 Algumas concepções sobre Interdisciplinaridade

O autor Japiassu considera que esse tema deve ser de profundas reflexões e considerações em relação à fragmentação das disciplinas:

[...] levada a efeito nos domínios mais diversos, quer se trate de pesquisa, de ensino ou de realizações de ordem técnica, não é uma questão evidente, que possa dispensar explicações e análises aprofundadas, mas um tema que merece ser levado em consideração e constituir um dos objetos essenciais da reflexão de todos quantos veem na fragmentação das disciplinas científicas um esfacelamento dos horizontes do saber (JAPIASSU, 1976, p. 42).

Continuando com sua linha de raciocínio esse autor, versa sobre Interdisciplinaridade como sendo vários componentes curriculares que se combinam ou se integram de forma colaborativa.

[...] a colaboração entre as diversas disciplinas ou entre os setores heterogêneos de uma mesma ciência conduz a interações propriamente ditas, isto é, a uma certa reciprocidade nos intercâmbios, de tal forma que, no final do processo interativo, cada disciplina saia enriquecida. [...] incorporar os resultados de várias especialidades, tomar de empréstimo a outras disciplinas certos instrumentos e técnicas metodológicas, fazendo uso dos esquemas conceituais e análises que se encontram nos diversos ramos do saber, a fim de fazê-los integrarem e convergirem, depois de terem sido comparados e julgados. (JAPIASSU, 1976, p. 75).

A Interdisciplinaridade, conforme BONATTO et al. (2012), comprovam que ela é capaz de se agregar a outros componentes específicos do conhecimento escolar, com o objetivo de permitir uma comunicação entre o aluno, o professor e o cotidiano. Segundo os mesmos, nos tempos atuais, pode-se considerar as ciências naturais como uma das mais heterogêneas do currículo escolar, em função de seus diversos ramos de trabalho. Os autores amplificam de novo que a ação interdisciplinar vem sendo considerado uma junção de conteúdos entre disciplinas do currículo, entretanto, ainda sem grande significado e sem ter atingido resultados convincentes.

A interdisciplinaridade não é uma mistura lisa e plana de elementos de disciplinas diversas; muito menos 'que se ofereçam aos alunos noções de diversas ciências'. [...] o uso

cotidiano justifica diversas práticas (por exemplo, um tronco comum de disciplinas) denominando-as interdisciplinares, pelo simples fato de que o aluno recebe iniciação em múltiplas disciplinas. Isto poderá ou não ser válido, mas nada tem de interdisciplinar. [...] A interdisciplinaridade tampouco é a existência de ciências auxiliares de outras; isto existe há muito tempo e ninguém o chamou de interdisciplinaridade. Que a matemática esteja na física é simplesmente um auxílio de uma disciplina a outra, não uma forma orgânica de conceituação acima de cada ciência em particular. A interdisciplinaridade não é, tampouco, indefinição de limites entre ciências, como supor que a Psicologia Social fosse interdisciplinar por não saber-se onde acaba a Sociologia e começa a Psicologia. A interdisciplinaridade tampouco pode ser predisciplinar, quer dizer, realizar-se sem o conhecimento prévio das disciplinas; só quem já conhece uma disciplina pode relacioná-la a outras; não se trata de uma mistura a priori das distintas ciências (FOLLARI, 1995, p. 115-116).

A autora Ivani Fazenda, corrobora para que a integração esteja intimamente ligada a interdisciplinaridade. E que haja uma relação entre a teoria e a prática, pois, a interdisciplinaridade nem se ensina e nem se aprende, apenas pode ser vivenciada e exercida.

[...] é necessário, portanto, além de uma interação entre a teoria e a prática, que se estabeleça um treino constante no trabalho interdisciplinar, pois a interdisciplinaridade não se ensina, nem se aprende, apenas vive-se, exerce-se. Interdisciplinaridade exige um engajamento pessoal de cada um. Todo indivíduo engajado nesse processo não será um aprendiz, mas, na medida em que familiarizar-se com as técnicas e quesitos básicos, o criador de novas estruturas, novos conteúdos, novos métodos; será o motor de transformação, ou o indicador de uma feliz “liberação.” (FAZENDA, 2011, p. 94).

Segundo essa autora (FAZENDA, 2011), a Interdisciplinaridade é a colaboração que existe entre diferentes componentes curriculares ou entre campos de uma mesma Ciência, com finalidade de desenvolver o conhecimento.

Na visão de (SANTOMÉ, 1998), os alunos que estão inseridos em atividades interdisciplinares estão mais preparados para os problemas vivenciados em seu cotidiano. Em sua visão a prática da interdisciplinaridade no trabalho é importante.

Atualmente vários documentos oficiais também tratam sobre a Interdisciplinaridade assim como a BNCC, que é o documento mais recente. Para isso, o documento destaca a necessidade de organizar e sistematizar o

desenvolvimento das distintas disciplinas presentes no currículo desse nível de ensino a partir da interdisciplinaridade e contextualização.

Sendo assim, a compreensão claramente constituída pela LDB Nº 9.394/96 sobre a natureza do Ensino Médio, considerado parte conclusiva da Educação Básica, subsidiada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e, recentemente, pela Base Nacional Comum Curricular, fortalece para o Ensino Médio uma natureza ampla, de maneira que as peculiaridades e os conteúdos tecnológicos relacionados ao conhecimento científico e matemático essencialmente façam parte da formação geral do estudante. Para isso, o documento destaca a necessidade de organizar e sistematizar o desenvolvimento das distintas disciplinas presentes no currículo desse nível de ensino a partir da interdisciplinaridade e contextualização. Nesse sentido, as proposições oficiais do currículo para os Estados estão estruturadas por disciplinas e/ou áreas de conhecimento. (CANTANHEDE et al. 2021, p. 5)

Nesse trabalho levarei em consideração o conceito de Interdisciplinaridade da BNCC, visto que este é o documento atual que norteia a educação brasileira.

2.1.2 Situações-problema interdisciplinares envolvendo a Física e a Química do Ensino Médio

O Ensino de Física, feito partir de experimentos, constitui-se um recurso pedagógico importante, pois auxilia na construção dos conceitos trabalhados em sala de aula. Para compreender um fenômeno físico é preciso trabalhar experimentalmente, portanto é uma ferramenta para que o aluno estabeleça a relação entre teoria e prática na realização de experimentos, em Física (FREIRE 1997).

Os desafios para experimentar ampliam-se quando se solicita aos alunos que construam o experimento. As exigências quanto à atuação do professor, nesse caso, são maiores que nas situações precedentes: discute com os alunos a definição do problema, conversa com a classe sobre materiais necessários e como atuar para testar as suposições levantadas, os modos de coletar e relacionar os resultados (BRASIL, 1997, p. 123).

O conhecimento químico deve ser construído por meio de manipulações orientadas, de modo a desenvolver os conteúdos a partir de algum fato recente ou ainda do próprio cotidiano. Isso proporciona ao aluno compreender, organizar e relacionar as informações necessárias na construção dos conceitos fundamentais da disciplina de Química.

Visto a importância da Interdisciplinaridade no ensino, podemos agora especificar para o ensino de Física e de Química. A Física permeia todas as áreas de conhecimentos e essencialmente o cotidiano do aluno. Fazer essa ligação entre os componentes curriculares é essencialmente importante para desenvolver o conhecimento entre esses componentes (FAZENDA, 2011). Os ensinamentos de Física e de Química não podem ser mais tratados isoladamente, segundo orientações da BNCC. Os componentes curriculares de Física, Química e Biologia formam agora a Área de Conhecimentos, denominada Ciências da Natureza. Os mesmos, devem ser trabalhados interdisciplinarmente. Portanto, a orientação da BNCC é que deve-se planejar o currículo em conjunto com os componentes das áreas e não de forma isolada ou independente.

"O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazio de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual de abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. (...) Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através de competências adquiridas." (Brasil, 1999, p. 32).

A BNCC para Ciências da Natureza está estruturada na organização de competências e habilidades que possam integrar os componentes de Física, de Química e de Biologia. Destaque-se que a complexidade das habilidades dependem dos conhecimentos e processos dos componentes de Ciências da Natureza, que também envolvem temas importantes para a sociedade, a ética na pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias e sustentabilidade.

2.2 Contribuições da Teoria Histórico-cultural no Ensino e a Aprendizagem da Física

A motivação em trabalhar com a teoria Histórico-cultural de Vigotski, foi as inúmeras contribuições para educação em suas abordagens, podendo ser utilizado no Ensino de Física, via diversas contribuições. Dentre essas, vamos utilizar os conceitos de Zona de Desenvolvimento Imediata, Mediação e a Linguagem, que vamos discutir com mais detalhes no decorrer deste trabalho.

Vejam os comentários de Rego, sobre a importância das obras de Vigotski para a educação.

A obra de Vygotsky pode significar uma grande contribuição para a área da educação. Na medida em que traz importantes reflexões sobre o processo de formação das características psicológicas tipicamente humanas e como consequência, suscita questionamentos, aponta diretrizes e instiga a formulação de alternativas no plano pedagógico. No entanto, vale ressaltar que não é possível encontrar, nas suas teses (como em outras propostas teóricas), soluções práticas ou instrumentos metodológicos de imediata aplicação na prática educativa cotidiana. (REGO, 1995, p. 102).

2.2.1 Zona de Desenvolvimento Imediato (ZDI)

Vamos trabalhar nessa sessão sobre Níveis de Desenvolvimento ou Zonas de Desenvolvimento apresentadas por Vigotski em sua Teoria Histórico-cultural, em especial a ZDI.

Segundo a teoria de Vigotski existem dois níveis de desenvolvimento humanos ou Zonas de Desenvolvimento: a Zona de Desenvolvimento Real (ZDR), que indica aquilo que o estudante já sabe fazer sozinho e a Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDP), que o indivíduo usa para desempenhar uma certa tarefa, necessitando de uma orientação de um adulto ou de um colega mais experiente. Intermediariamente, podemos destacar a existência da Zona de Desenvolvimento Imediato (ZDI), que pode se entender como uma zona entre a ZDR e a ZDP. É nesta zona que ocorre a aprendizagem, na qual o estudante consegue resolver uma determinada tarefa através de outra pessoa, mais poderá fazê-la sozinho futuramente (Vigotski, 1991).

Na perspectiva de Vigotski, o desenvolvimento pleno do ser humano depende do aprendizado que ele adquire em um determinado grupo social, a partir das interações que ele faz com os outros indivíduos do mesmo grupo. Para que haja aprendizado e desenvolvimento tem que haver interações entre os indivíduos, sendo um exemplo disso é aquisição da fala. A criança só aprende a falar se tiver uma interação com pessoas que falam (REGO, 1995). "o aprendizado pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daqueles que as cercam" (Vigotski, 1984, p. 99).

Podemos afirmar que é na Zona de Desenvolvimento Imediato (ZDI) onde ocorre a aprendizagem segundo (Vigotski, 2001). Esta a aprendizagem e

o desenvolvimento estão relacionados a uma orientação ou uma interação que a criança possa ter. Com essas orientações ela conseguiria desenvolver tarefas que antes ele não seria capaz de fazer se estivesse só: “[...] uma tese amplamente conhecida é indiscutível segundo o qual a criança orientada, ajudada em colaboração sempre pode fazer mais e resolver tarefas mais difíceis do que quando sozinha” (Vigotski, 2001, p. 328).

A ideia é que o aluno possa aprender mais quando em colaboração com outro mais capaz (GASPAR, 2014). Podemos também fazer uma relação com a ideia de imitação: “a imitação é o único meio pelo qual a mente do aluno pode se “apropriar” das estruturas mentais do professor, capacitando-se assim a fazer aquilo que não sabe fazer” (GASPAR, 2014, P. 189). Nesse pensamento o autor nos conduz a uma linha de pensamento para que haja aprendizagem, ele nos fala da importância da sua prática pedagógica no sentido que leve o aluno a imita-lo (GASPAR, 2014). A respeito desse pensamento o autor comenta que:

ao resolver um novo problema de Física que esteja ao alcance da provável ZDI, da maioria de seus alunos, ele deve cuidar para que todos possam acompanhar a sua resolução passo a passo, interagindo com eles na apresentação do enunciado, no encaminhamento da resolução, na sugestão de procedimentos e análise e de cálculo e até na obtenção e discussão dos resultados. Em seguida, o professor deve propor a sua turma outros problemas semelhantes e cuja resolução não ultrapasse a ZDI de seus alunos, reduzindo, assim, gradativamente, a sua colaboração (GASPAR, 2014, p. 189).

Podemos concluir que, a ZDI é distância ou espaço entre a Zona de Desenvolvimento Real (ZDR) e a Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDP). A ZDI define ainda funções que não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, as mesmas se encontrando portanto em estado embrionário.

A zona de desenvolvimento proximal refere-se, assim, ao caminho que o indivíduo vai percorrer para o desenvolver funções que estão em processo de amadurecimento e que se tornarão funções consolidadas, estabelecidas no seu nível de desenvolvimento real. A zona de desenvolvimento proximal é, pois, um domínio psicológico em constante transformação; aquilo que uma criança é capaz de fazer com a ajuda de alguém hoje, ela conseguirá fazer sozinha amanhã. É como se o processo de desenvolvimento progredisse mais lentamente que o processo de aprendizado; o aprendizado desperta processos de desenvolvimento que, aos poucos, vão tornar-se parte das funções psicológicas consolidadas do indivíduo. (OLIVEIRA, 1995, p.60).

Na **figura 1**, podemos ilustrar as conclusões sobre ZDI.

Figura 1: ZDI em forma de esquemas.



Fonte: Produzida pelo próprio autor.

Ainda que haja uma aprendizagem efetiva, se faz necessário que essa aprendizagem crie novas zonas de desenvolvimentos sucessivas (GÓES, 1991).

A aprendizagem que se origina no plano intersubjetivo constrói o desenvolvimento. Todavia os dois processos não podem ser feitos equivalentes, pois nem toda a experiência de aprendizagem afeta o desenvolvimento de igual modo. Para ter repercussão significativa, a experiência tem de ser tal que permita conhecimentos de um grau maior de generalidade em relação a um momento dado do desenvolvimento do sujeito. A generalidade do conhecimento é entendida com base em duas dimensões: o espaço de abrangência de aplicação do conhecimento ao real e o nível de sua independência em relação ao imediato-concreto, ao sensível. Assim sendo, as experiências é que fazem deslocar as funções psicológicas nos contínuos de sensível-imediato e de restrito-abrangente que têm o efeito de fazer avançar o desenvolvimento. A “boa” aprendizagem é aquela que consolida e sobretudo cria zonas de desenvolvimento proximal sucessivas. (GÓES, 1991, p. 20).

Com base nos conceitos de Zonas de Desenvolvimentos apresentado neste trabalho podemos concluir que para que a aprendizagem seja de qualidade é preciso que esta possa proporcionar a aquisição de novas zonas de desenvolvimento.

2.2.2 Considerações Sobre Mediação

A mediação Segundo o conceito de Vigotski, está presente em todas atividades humanas digamos assim. O professor tem um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem, pelo fato do mesmo ser um elo de ligação entre o aluno e o conhecimento disponível, não há uma relação direta entre o

aluno e meio. Nessa perspectiva o processo de ensino e aprendizagem na escola se dar mediante a presença do professor, como sendo o mediador desse processo. A mediação tem um papel fundamental nesse processo (REGO, 1995).

Segundo Vigotski, o desenvolvimento cognitivo se dá através da transformação das relações sociais em funções mentais. É pela mediação que se dar a internalização de atividades e comportamentos Sócio-histórico e Culturais do aluno. A mediação se utiliza de instrumentos e signos e um desses signos é a linguagem.

2.2.3 Considerações Sobre Linguagem

Na linguagem da teoria de Vigotski, o pensamento está relacionado diretamente com a palavra ou seja o pensamento só existe por causa da palavra, para que haja pensamento ele tem que se materializar através da palavra (VIGOTSKI, 2001). Em outras palavras: “o pensamento não existe independentemente da palavra, não se vale dela apenas para ser expresso; o pensamento existe porque a palavra existe.” (GASPAR, 2014, p. 89). “A linguagem é um signo mediador por excelência, pois ela carrega em si os conceitos generalizados e elaborados pela cultura humana” (REGO, 1995, p. 42). Ele também considera que a linguagem tem um papel de destaque nesse processo de pensamentos.

Entende-se assim que a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, pois é mediada por meios, que se constituem nas "ferramentas auxiliares" da atividade humana. A capacidade de criar essas "ferramentas" é exclusiva da espécie humana. O pressuposto da mediação é fundamental na perspectiva Sócio-Histórica justamente porque é através dos instrumentos e signos que os processos de funcionamento psicológico são fornecidos pela cultura. É por isso que Vigotski confere à linguagem um papel de destaque no processo de pensamentos (REGO, 1995, p. 43).

A linguagem é de extrema importância para que haja uma interação entre os homens, porque é através da linguagem que os pensamentos se materializam e têm significados. É somente através dela que isso é possível.

3 CIRCUITOS ELÉTRICOS DE CORRENTE CONTÍNUA

Nesta Sessão, abordaremos os conceitos gerais sobre Circuitos Elétricos Simples com Corrente Contínua que estão presentes no Produto Educacional (PE). Vamos abordar os conceitos de Corrente Elétrica, Resistência Elétrica e Instrumentos Elétricos de Medidas, que sevem como base para o referencial teórico de Física.

3.1 Corrente Elétrica

O conceito de corrente elétrica vem da relação do fluxo dos portadores de cargas elétricas através de um meio condutor. “Corrente elétrica (i) é a taxa dq/dt segundo a qual a carga elétrica passa por um ponto ou região” (HALLIDEY; RESNICK; WALKER, 2016, p. 28). Assim a corrente elétrica é definida como: “a intensidade i de corrente através de uma secção do fio condutor é definida como a quantidade de carga que atravessa esta secção por unidade de tempo” (MOYSES, 2006, P. 99).

$$i = \frac{dq}{dt} \quad \text{Eq. (1)}$$

A corrente elétrica pode ser determinada por integração da carga que passa pelo plano no intervalo de tempo de 0 a t :

$$q = \int dq = \int_0^t i dt, \quad \text{Eq.2}$$

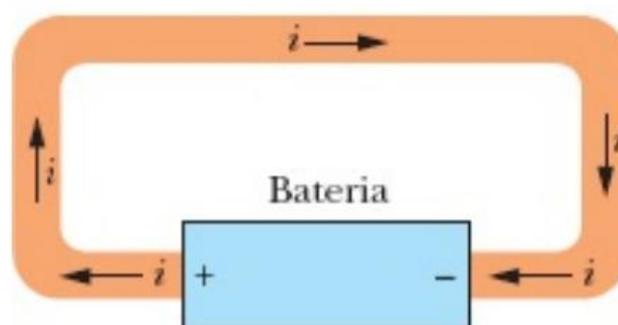
onde a corrente i varia com o tempo (HALLIDEY, RESNICK, WALKER, 2016).

A corrente elétrica é uma grandeza escalar. Essa unidade mede o módulo da carga elétrica que atravessa a secção transversal de um condutor a cada segundo e, por isso, também pode ser escrita como Coulombs por segundo (C/s). A unidade de corrente do SI é o coulomb por

segundo, ou ampère, representado pelo símbolo A: 1 ampère = 1 A = 1 Coulomb por segundo = 1 C/s (HALLIDEY, RESNICK, WALKER, 2016, p.28).

Vamos agora mostrar o sentido da corrente em um condutor. A Figura 2 mostra que as setas indicam o sentido convencional da corrente em que partículas positivamente carregadas se moveriam em um circuito forçada pela presença de uma diferença de potencial, criada pela bateria. (HALLIDEY, RESNICK, WALKER, 2016).

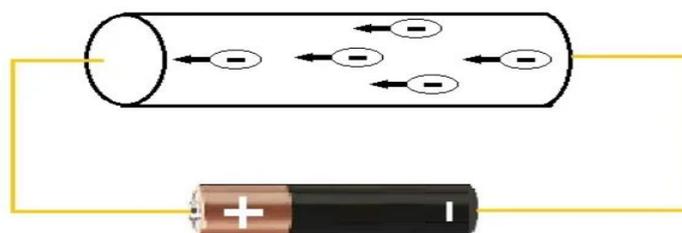
Figura 2: Sentido convencional da corrente elétrica em um circuito simples.



Fonte: (HALLIDEY, RESNICK, WALKER, 2016).

O campo elétrico faz essas partículas se moverem no sentido oposto ao indicado pelas setas, do terminal negativo para o terminal positivo (sentido real). Por questões históricas, são usadas a seguinte convenção (HALLIDEY, RESNICK, WALKER, 2016). Veja a Figura 3:

Figura 3. Corrente Elétrica em um condutor em sentido real.



Fonte: Disponível em: <https://infosolda.com.br/70-corrente-eletrica/>. Acesso em 18 abr. 2022.

Podemos escrever que: “a seta da corrente é desenhada no sentido em que portadores de cargas positivas se moveriam, mesmo que os portadores reais sejam negativos e se movam no sentido oposto”. (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2016, p. 323).

Podemos usar essa convenção porque, na maioria das situações, supor que portadores de carga positivos estão se movendo em um sentido tem exatamente o mesmo efeito que supor que portadores de carga negativos estão se movendo no sentido oposto. (Nos casos em que isso não é verdade, abandonamos a convenção e descrevemos o movimento do modo como realmente acontece) (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2016, p. 323).

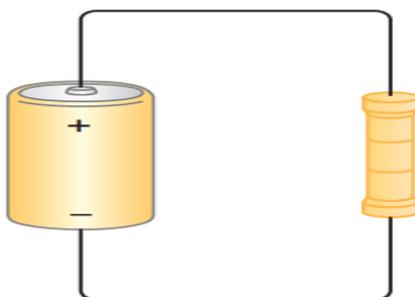
3.1.1 Noções de Corrente Contínua e Alternada

O fato da maioria dos equipamentos eletroeletrônicos usarem Corrente Contínua (CC) se dá porque são equipamentos de baixa tensão e além do que em determinadas situações a CC é mais difícil de ser transportada a longas distâncias (SILVEIRA, 2018). Nessa mesma linha de raciocínio podemos conceituar Corrente Alternada (CA) com sendo uma corrente elétrica caracterizada por sua intensidade e direção que variam periodicamente, podendo ser transportada por longas distâncias (sem perdas), sendo então a mais utilizada em grandes potências.

3.2 Circuitos Elétricos Simples

O nome dado a um circuito que possui um Gerador que alimenta um Resistor (R) é Circuito Elétrico Simples. Vejamos a Figura 4 a seguir, podemos observar a representação de um Circuito Elétrico Simples:

Figura 4. Circuito Elétrico Simples.



Fonte: GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012.

Os Circuitos Elétricos Simples são conhecidos por possuírem basicamente três componentes: Condutores, Resistores e Geradores Elétricos (Bateria ou Pilha). Vamos falar a seguir sobre esses componentes que formam os Circuitos Elétricos Simples.

3.2.1 Bateria ou Pilha

Em um Circuito Elétrico Simples a função do gerador de energia elétrica, pilha ou bateria, é fornecer energia ao circuito que ele alimenta. Essa energia é fruto da conversão de alguma modalidade de outra forma de energia em energia elétrica. Existem diversas denominações que esses geradores podem receber, de acordo com a modalidade de energia de que dispõem para produzir energia elétrica. Exemplos disso são Geradores Mecânicos, Geradores Químicos, Geradores Luminosos e Geradores Térmicos. (GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012).

Na Figura 5 encontramos um exemplo de Gerador Mecânico de eletricidade para a maioria das casas aqui no Brasil.

Figura 5. Uma Usina Hidrelétrica representa muito bem os Geradores Mecânicos de Eletricidade.



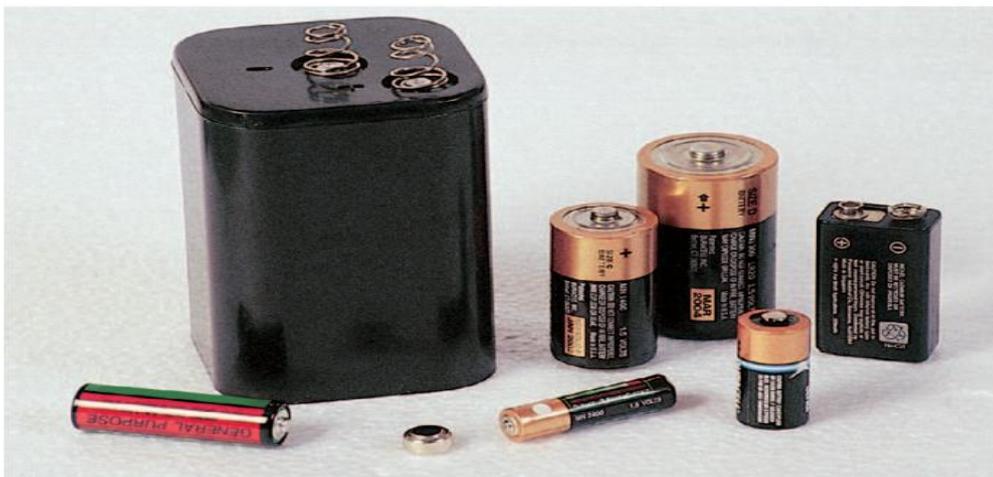
João PrudentePulsar /Imagens

Fonte: GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012.

“Os Geradores Químicos são os que convertem energia potencial química em energia elétrica. Podemos citar como exemplo as pilhas e as baterias” (GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012, p. 168).

A seguir veremos na Figura 6 um exemplo de Geradores Químicos, muito utilizado em eletrodoméstico de Corrente Contínua (CC).

Figura 6. Geradores Químicos.



Woody Lawton Rick

Fonte: GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012.

Os Geradores Luminosos, convertem a energia luminosa em energia elétrica veja um exemplo na Figura 7.

Figura 7. Veículo dotado de células solares, nas quais a energia solar é convertida em energia elétrica.

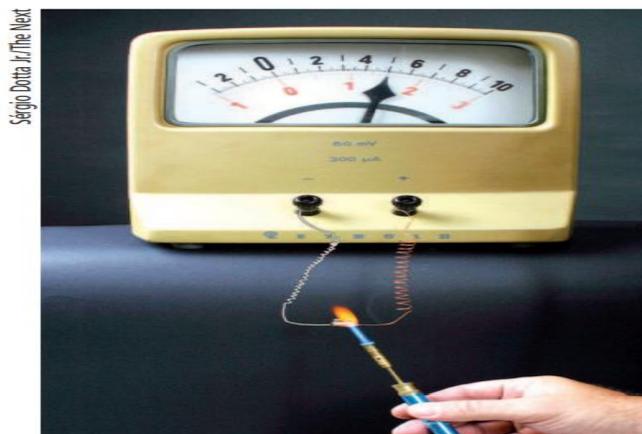


Crescib

Fonte: GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012.

Os Geradores Térmicos são os que convertem energia térmica diretamente em energia elétrica (efeito termoelétrico). (GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012, p. 169). Veja na Figura 8 a seguir.

Figura 8. Exemplo: o Termopar, obtido aquecendo a junção de dois fios de metais diferente



Fonte: GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012.

3.2.2 Associações de Baterias ou Pilhas

“Se tivermos geradores associados de tal modo que o polo positivo de cada gerador seja ligado ao polo negativo do gerador seguinte, diremos que eles estão associados em série” (GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012, p. 190).

Podemos verificar ainda que na

associação de geradores em série, a grande vantagem está no fato da força eletromotriz equivalente ser a soma das forças eletromotrizes de todos os geradores. Em contrapartida, a resistência interna equivalente também é a soma das resistências internas de todos eles (GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012, p. 190).

Como já vimos que as pilhas e baterias são exemplos de Geradores Químicos, podemos associá-los em série para fornecer energia elétrica de corrente contínua (CC) a um Circuito Elétrico Simples. Veja na Figura 9 um exemplo de uma configuração de pilhas associadas em séries.

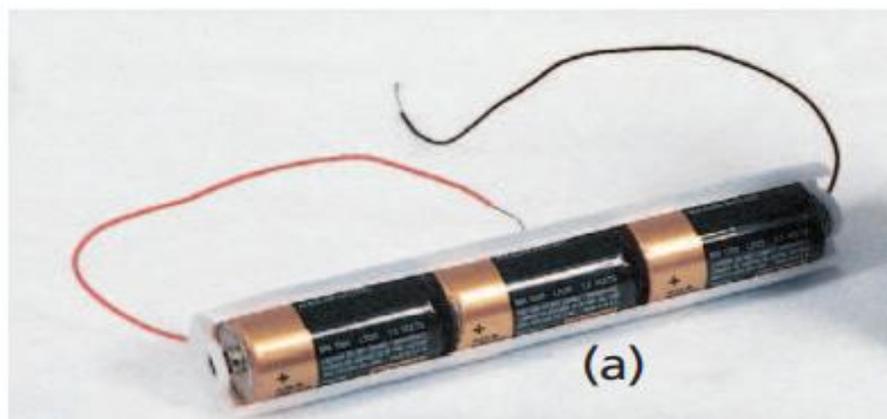
Figura 9. N Geradores associados em Série.



Fonte: GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012.

Veja também, na Figura 10 a seguir exemplo real de associação de geradores em série.

Figura 10. Associação de Geradores em Série.



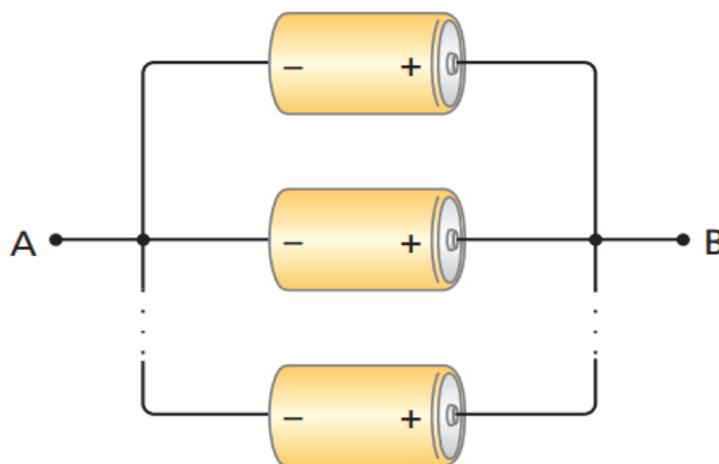
Fonte: GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012.

Verificamos que também podemos associar os geradores em paralelo (Associação em Paralelo).

Dizemos que dois ou mais geradores estão associados em paralelo quando seus polos positivos estão ligados juntos, o mesmo ocorrendo com os polos negativos. Nessa situação, a ddp V entre os terminais é a mesma para todos os geradores (GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012, p. 190).

Vejamos a seguir na Figura 11, N Geradores Associados em Paralelo.

Figura 11. Associação de N Geradores em Paralelo.



Fonte: GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012.

Vejamos então que:

Na associação de geradores iguais em paralelo, uma das vantagens está no fato da corrente que passa em cada um deles ser apenas uma fração da corrente total, o que prolonga sua vida útil. Outra vantagem é a redução da resistência interna, o que proporciona maior estabilidade na tensão de operação. Em

contrapartida, [a força eletromotriz (fem)] equivalente é a mesma de cada gerador (GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012, p. 191, grifo nosso).

3.2.3 Resistência Elétrica

Resistores são componentes elétricos presentes em quase todos os circuitos. De modo geral, eles representam os trechos do circuito elétrico pelos quais a corrente tem dificuldade de circular. Em circuitos como os de receptores de rádio, também podemos encontrar resistores associados. Existem três tipos de associação de resistores: em série, em paralelo e mista.

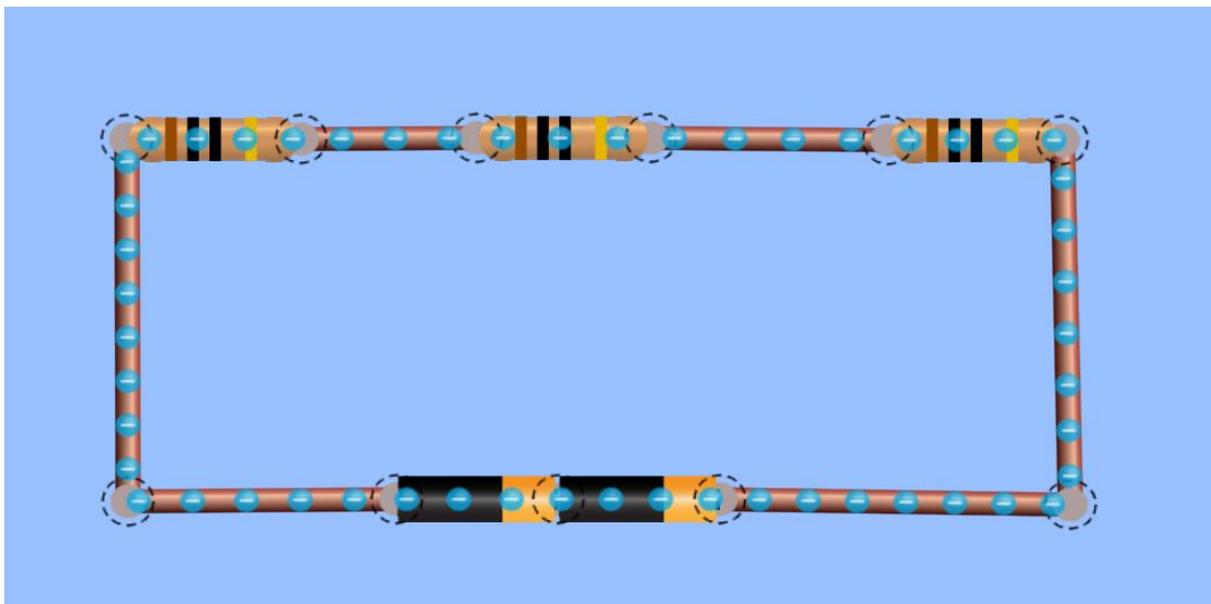
3.2.4 Resistências Ligadas em Série

Afirmamos que:

dois ou mais resistores estão associados em série quando são interligados de modo a constituir um único trajeto condutor, isto é, sem bifurcações. Assim, se eles forem percorridos por corrente elétrica, esta terá a mesma intensidade em todos eles (continuidade da corrente elétrica) (GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012, p. 142).

Veja a seguir, na Figura 12, um exemplo de associação de resistores em série.

Figura 12. Circuito com três Resistores associado em Série.



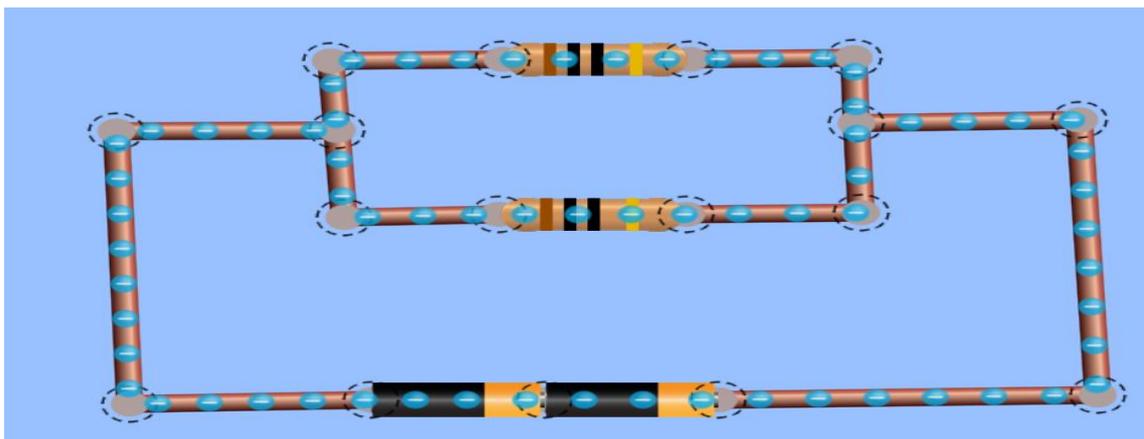
Fonte: Produzida pelo autor, 2022

3.2.5 Resistências Ligadas em Paralelo

Na Associação de Resistores em Série é quando associamos dois ou mais resistores de uma forma que os resistores recebam a mesma voltagem.” Dois ou mais resistores estão associados em paralelo quando são interligados de tal maneira que fiquem todos submetidos à mesma diferença de potencial” (GUALTER, HELOU, NEWTON, 2012, p. 143).

Na Figura 13, apresenta-se uma Associação de Resistores em Série.

Figura 13. Associação de Resistores em Paralelo.



Fonte: Produzida pelo Autor, 2022

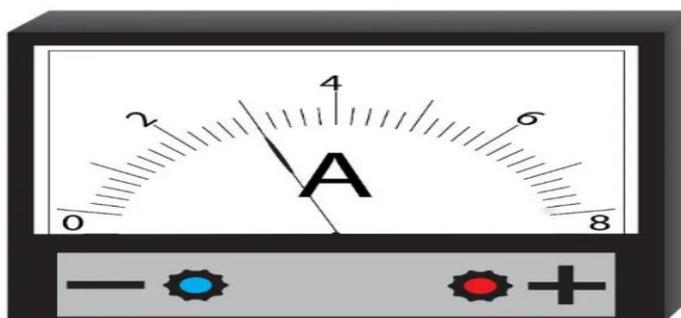
3.3 Instrumentos de medidas

Quando trabalhamos com medidas, temos a necessidade de conhecer os valores das grandezas. A seguir vamos analisar como podemos medir e quais instrumentos poderemos utilizar para determinar as grandezas relacionadas a um Circuito Elétrico Simples, que são a corrente elétrica, a resistência elétrica e a diferença de potencial entre dois pontos do circuito.

3.3.1 Instrumento de Medida de Corrente Elétrica (Amperímetro)

Para a determinação da corrente elétrica utilizamos o Amperímetro. Veja na Figura 14 abaixo:

Figura 14. Exemplo de um Amperímetro Analógico.



Fonte:

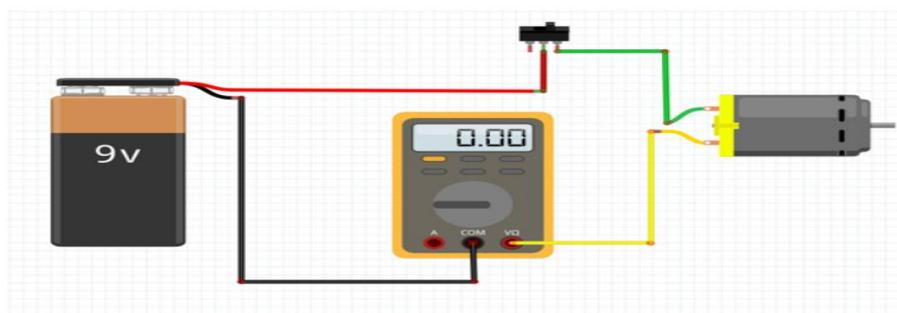
Disponível

em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/amperimetro.htm>

Vale apenas ressaltar que o amperímetro que vamos mostrar aqui, ele deve ser conectado no Circuito Elétrico Simples, de forma que ele esteja em série quando vai ser medido a intensidade de corrente elétrica. Veja a Figura 15:

Figura 15. Amperímetro Digital inserido em um Circuito Elétrico Simples.



Fonte:

Disponível

em:

<https://blogmasterwalkershop.com.br/eletronica/ferramentas-de-medicao-multimetro>.

3.3.2 instrumento de Medida de Voltagem (Voltímetro)

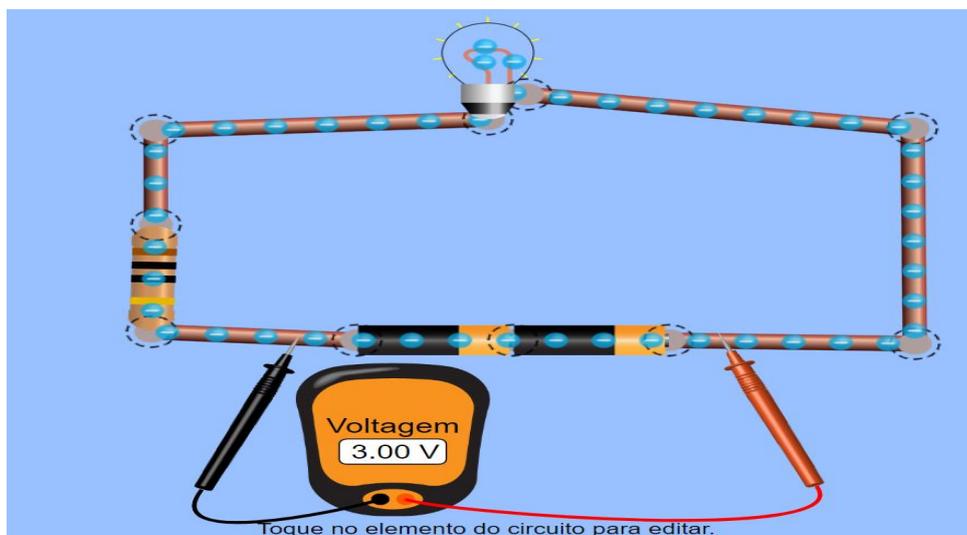
Vejamos o aparelho usado para medir o valor da diferença de potencial entre dois pontos do circuito, o Voltímetro. Veja a Figura 16:

Figura 16. Exemplo de um Voltímetro Analógico.



Fonte: Disponível em:
<https://www.directindustry.com/pt/prod/circutor/product-11644-436892.html>.

Figura 17. Voltímetro em um Circuito Elétrico Simples.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

3.3.3 Medida de Resistência (Ohmímetro)

O outro aparelho usado em um Circuito Elétrico Simples é o Ohmímetro, usado para medir valores de resistência elétrica de um elemento do circuito. Veja a Figura 18:

Figura 18. Exemplo de um Ohmímetro Analógico.



Fonte:

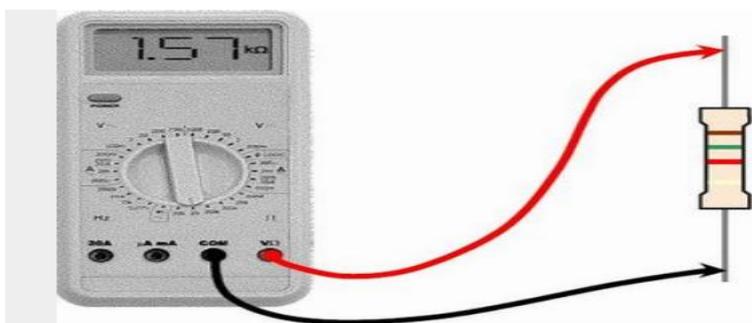
Disponível

em:

<https://blog.novaeletronica.com.br/ohmimetro-um-instrumento-de-medicao-super-simples/>

O ohmímetro é um instrumento utilizado para medir a resistência elétrica de um componente. Ao ser utilizado, o ohmímetro aplica tensão elétrica no componente que está sendo medido. Devido a isso, o ohmímetro nunca deve ser conectado em circuitos energizados, é necessário garantir que o componente já esteja desligado da fonte antes de fazer a medição. Veja a Figura 17:

Figura 19. Multímetro na função de Ohmímetro simulando a medida da resistência de um resistor.



Fonte:

Disponível

em:

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=25010>.

4 METODOLOGIA: TRILHAS DA PESQUISA

A Sequência Didática (SD) que foi desenvolvida, tem como objetivo trabalhar um experimento simples e de baixo custo sem precisar de uma estrutura de laboratório e pode ser desenvolvida dentro da sala de aula. Nesta Sessão, será apresentada de forma sucinta a metodologia de como se desenvolveu a SD, um instrumento de construção de Ensino e Aprendizagem. É importante destacar também o caráter interdisciplinar dos componentes Física e Química. A SD tem como objeto de estudo circuitos elétricos simples com pilha construída com limões, sendo que a nossa proposta nesse trabalho é fazer com que os estudantes se desenvolvam no processo de ensino e aprendizagem, relacionando os componentes de Física e de Química, através dos conteúdos, promovendo assim a interdisciplinaridade dos mesmos.

Vale ressaltar que este trabalho foi desenvolvido visando a sua aplicação em uma Escola da Rede Pública e Integral de forma presencial. Entretanto, devido à Pandemia da COVID-19, desde março de 2020 com a implantação de decretos de isolamento social e seus procedimentos metodológicos o ensino foi modificado, a princípio, para a forma remota. Entretanto com a volta das aulas presencias, no decorrer do processo, a SD foi aplicada de forma presencial.

Nos próximas seções descreveremos as etapas e o desenvolvimento da SD, com todos os detalhes.

4.1 Caracterização da Pesquisa

Um pesquisador em suas atividades utiliza-se de abordagens diferenciadas para análise de dados, principalmente na área de educação, tanto qualitativa quanto quantitativamente. Nesse trabalho abordaremos a análise qualitativa, por ser mais apropriada no campo da educação e o fato de que trabalha-se com observações e questionários abertos. Como comenta (CHIZZOTTI, 2008) o pesquisador deve ter atitudes abertas, onde partilhe da cultura das práticas, das percepções e experiências dos sujeitos da pesquisa.

Para (CHIZZOTTI, 2008, p. 82),

o pesquisador é parte fundamental da pesquisa qualitativa. Ele deve, preliminarmente, despojar-se de preconceitos,

predisposições para assumir uma atitude aberta a todas as manifestações que observa, sem adiantar explicações nem conduzir-se pelas aparências imediatas, a fim de alcançar uma compreensão global dos fenômenos. Essa compreensão será alcançada com uma conduta participante que partilhe da cultura, das práticas, das percepções e experiências dos sujeitos da pesquisa, procurando compreender a significação social por eles atribuída ao mundo que os circunda e aos atos que realizam.

De modo geral a observação dos fenômenos sociais fazem parte do processo de construção do conhecimento científico.

As pesquisas qualitativas podem ser justificadas em virtude de que “a mudança social acelerada e a conseqüente diversificação das esferas da vida fazem com que, cada vez mais, os pesquisadores sociais enfrentem novos contextos e perspectivas sociais” (FLICK, 2009a, p. 20).

4.2 Campo Empírico da Pesquisa

Essa Sequência Didática proposta foi desenvolvida no Centro de Ensino Integral Professora Júlia Nunes Alves localizada na Avenida Gibraltar, SN, Dirceu Arcoverde I, 64000-010, Teresina – Piauí. Esta é uma escola da zona urbana de Teresina, pertencente a 21ª Gerência Regional de Ensino (21ª GRE), Zona Sudeste da cidade Teresina-PI, vinculada à Rede Estadual do Piauí, contemplando duas etapas do ensino, o Ensino Médio e o Ensino Fundamental, com modalidades regulares.

A escola oferece uma estrutura parcialmente adequada para o desenvolvimento educacional dos seus educandos, como por exemplo: Internet Banda Larga, Refeitório, Biblioteca, Quadra Esportiva Coberta, Laboratório de Informática, Sala de Leitura, Pátio Coberto, Sala de Professores e fornece alimentação completa durante os dois turnos. No entanto para a disciplina de Física, a escola não dispõe de um laboratório específico nem multiusuário, o que dificulta as aulas práticas deste componente.

4.3 Participantes da Pesquisa

Os alunos participantes da pesquisa, são estudantes residentes no município de Teresina-Pi e que frequentam o 3º série do Ensino Fundamental. Suas faixas etárias estão situadas entre 14 (quatorze) e 17 (dezessete) anos. Os

mesmos, em sua maioria, frequentaram escolas públicas durante a maior parte de sua vida estudantil e são oriundos de famílias de baixa renda.

No Brasil existe atualmente vários mecanismos de avaliação na educação, posso citar aqui o Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) que é um conjunto de avaliações externas em larga escala, que permite ao Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) realizar um diagnóstico da educação básica brasileira e de fatores que podem interferir no desempenho do estudante (INEP, 2019). Por meio destas ferramentas testes e questionários, que são aplicados a cada dois anos nas redes pública e privada (uma pequena amostra), é obtido o índice do Saeb, que reflete os níveis de aprendizagem demonstrados pelos estudantes avaliados. As médias de desempenho dos estudantes, apuradas no Saeb, juntamente com as taxas de aprovação, reprovação e abandono, apuradas no Censo Escolar, compõem o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb). Este tipo de avaliação vem sendo realizado desde 1990, o Saeb passou por vários aprimoramentos teórico-metodológicos ao longo das suas diversas edições. Segundo o relatório de 2019 do INEP a escola de aplicação forneceu os seguintes dados para 9º ano: 11% das mães dos alunos possuem Ensino Superior, 38% dos pais costumam conversar sobre o que acontece na escola e 17% dos alunos costuma ler os livros que não são das matérias. Já para a 3ª série, 14% das mães dos alunos possuem Ensino Superior, 32% dos pais costumam conversar sobre o que acontece na escola e 18% dos alunos costuma ler os livros que não são das matérias regulares (INEP, 2019).

Uma outra ferramenta de avaliação é o Ideb (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) que é um indicador usado pelo MEC para aferir o fluxo escolar e o desempenho obtido nas avaliações externas aplicadas pelo INEP nas escolas e redes de ensino de todo o Brasil. A meta é que o Brasil atinja até o ano de 2022 a nota 6,0 no Ideb. Este índice em 2019 nos anos finais do Centro de Ensino Integral Professora Julia Nunes Alves foi 5,4 para as séries finais do Ensino Fundamental e 4,5 para as séries finais do Ensino Médio (INEP, 2019). Fazendo-se uma comparação com a média nacional verificamos que a nota do Ideb para as séries finais do Ensino Fundamental foi 5,1 e para o Ensino Médio, foi 4,2 (INEP, 2019), ficando portanto acima da média nacional naquele ano.

4.4 Técnicas e Instrumentos de Produção de Dados

Atualmente, existem diversas técnicas de produção e tratamento de dados de pesquisas na área da educação, tais como: entrevistas, diários de campo, vídeos, entre outras, que são utilizadas a fim de promover a investigação de estudos qualitativos (GIBBS, 2009). Em uma pesquisa para atingir seus objetivos, temos que utilizar algumas técnicas e instrumentos para produzir dados, sendo que

técnica é um conjunto de preceitos ou processos de que se serve uma ciência ou arte; é a habilidade para usar esses preceitos ou normas na parte prática. Toda ciência utiliza inúmeras técnicas na obtenção de seus propósitos (MARCONI E LAKATOS 2007, p. 176).

Na produção de dados desta pesquisa foram utilizados dois questionários avaliativos, um antes (Questionário 1) da aplicação da SD e um outro após todo o processo de implantação e montagem do Circuito Elétrico com Pilha de Limão (Questionário 2), sendo estes aferidos qualitativamente. O Questionário 1 tinha como objetivo uma sondagem inicial de suas Zonas de Desenvolvimento Real (ZDR) e suas Zona de Desenvolvimento Imediato (ZDI). O Questionário 2, foi aplicado logo após a aplicação da SD e tinha como objetivos aferir sobre suas ZDR, no caso se houve a consolidação da ZDR ou se houve a criação de outras ZDI. “A “boa” aprendizagem é aquela que consolida e sobretudo cria zonas de desenvolvimento proximal sucessivas” (GÓES, 1991, p. 20), ou seja, cria novas ZDI.

Temos que ressaltar que durante a aplicação da SD foi utilizado para obtenção de dados o uso da observação,

[...] o processo no qual um investigador estabelece um relacionamento multilateral e de prazo relativamente longo com uma associação humana na sua situação natural com o propósito de desenvolver um entendimento científico daquele grupo (SOARES; SUZUKI, 2009, p. 177).

Levamos em consideração alguns aspectos para coleta observacional, a participação, planejamento, atitudes dos estudantes diante de situações problemas, questionamentos, reflexões e pesquisa.

Um instrumento também utilizado foi o uso da fotografia para coleta de dados, pois ela retrata visualmente um momento em que os alunos estão com a “mão na massa”. Essa técnica de produção de dados “gravam detalhes que

podem instigar os expectadores a refletirem sobre realidades culturais mais amplas” (SANTOS, 2000, p. 65). Essa técnica também perpetua uma memória, ela retrata um momento, mesmo com o passar do tempo, nos traz a memória tudo aquilo que foi realizado é uma prova real do que foi realizado “sobrevivem após o desaparecimento físico do referente que as originou: são os elos documentais e afetivos que perpetuam a memória” (SOARES e SUZUKI, 2009, p. 9).

Durante as fotografias foi levado em consideração os cuidados ético em relação ao uso de fotografias em crianças. Podemos destacar um desses cuidados foi, não permitir o reconhecimento facial dos alunos e o anonimato.

A técnica de coleta e análise de dados qualitativos o pesquisador utiliza com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento da pesquisa.

4.5 Análise Dos Dados Coletados

Como procedimento para a análise dos dados, utilizamos a da técnica de Análise de Conteúdo, muito usada em pesquisa qualitativa (BARDIN, 2002). Nesta análise o pesquisador ou analista se utiliza, ou seja, “tira partido do tratamento da mensagem que manipula, para inferir (deduzir de maneira lógica) conhecimentos sobre o emissor da mensagem ou seu meio por exemplo” (BARDIN, 2002, p. 39). Ampliando esses raciocínios, um outro autor que versa sobre esse assunto, descreve que tudo que escrito ou dito pode passar pelo crivo da análise de conteúdo (HENRY E MOSCOVICE, 1968).

Esta técnica permite a utilização de questionários, observações e fotos. Pelo próprio conceito de análise de conteúdo podemos observa que, “o interesse não reside na descrição dos conteúdos, mas nos que estes nos poderão ensinar após serem tratados (por classificação, por exemplo) relativamente a < outras coisas >” (BARDIN, 2002, p. 38). E continuando, a autora se aprofunda em relação aos saberes tirados dos conteúdos: “estes saberes deduzidos dos conteúdos podem ser de natureza psicológica, sociológica, histórica econômica” (BARDIN, 2002, p. 38).

O interesse aqui é uma dedução feita com base em informações ou um raciocínio que usa dados disponíveis para se chegar a uma conclusão. O próprio conceito de inferir é deduzir um resultado, por lógica, com base na interpretação de outras informações. Podemos dizer que a nossa intensão na análise de

conteúdo é “a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou eventualmente de recepção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não)” (BARDIN, 2002, p. 38).

Para desenvolver a nossa pesquisa, utilizamos os questionários, as observações e as fotos durante a aplicação da SD. Houve uma grande redução no número de alunos entre a aplicação do Questionário 1 (30 alunos) e a aplicação do Questionário 2 (somente 6 alunos). O motivo foi que no dia anterior à aplicação do Questionário 2, houve a aplicação da última prova do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), os alunos foram dispensados no dia seguinte, justamente no dia da aplicação deste questionário. Durante a aplicação da SD, somente um aluno concluiu todas as etapas, em consequência da baixíssima frequência dos alunos às aulas, por motivos diversos.

Na aplicação do Questionário 1, as aulas ainda estavam acontecendo de forma híbrida, então fizemos a aplicação de duas formas: virtualmente, através do Google Formulários para a metade da turma e presencialmente, para a outra metade, em dias diferentes. Por isso, a dificuldade de aplicação do questionário, também por conta das aulas não serem totalmente presenciais.

Vale destacar que o Questionário 1 possuía quatro questões a serem respondidas, como atividade inicial; enquanto o Questionário 2, possuía oito questões a serem respondidas após a aplicações da SD.

Ao aplicarmos os questionários, observamos que dos 30 alunos que fizeram o Questionário 1 apenas 1 aluno participou de todas as etapas de aplicação da SD, incluindo a montagem do Circuito com Pilha de Limão. Com respeito ao Questionário 2, apenas 6 alunos participaram da sua aplicação.

Uma atenção especial foi dedicada ao Aluno 1, visto que este participou efetivamente de todas as etapas de aplicação dos questionários e da SD.

Vale destacar que as perguntas e as respostas dos alunos, sem nominá-los serão detalhadas na Sessão 5 adiante.

4.6 Produto Educacional

O Produto Educacional – Circuito Elétrico com Pilha de Limão - será apresentado no Apêndice A deste trabalho.

Isso atende ao Comunicado SBF/MNPEF 07-2018, item I, subitem 1.8 que diz: o produto deverá ser incluído como um apêndice da Dissertação; ademais,

que seja redigido e formatado de tal forma que seja compreensível – e que as atividades nele propostas sejam compreensíveis e reproduzíveis somente a partir de sua leitura; isto é, que a leitura da Dissertação não seja condição para a compreensão e eventual reprodução da proposta educacional.

O Produto Educacional contempla uma Sequência Didática (SD) com Atividades Teórico-Práticas sobre o estudo de Circuitos Elétricos Simples com Pilhas de Limão, aplicado aos alunos da 3ª série do Ensino Médio, no Centro de Ensino Integral Julia Nunes Alves, usando as contribuições da teoria Histórico-cultural de Vigotski, que coloca o aluno no centro do processo de Ensino e Aprendizagem. No contexto da Pandemia da COVID-19, a SD foi aplicada no segundo semestre de 2021, ministrada em 3 etapas, sendo que cada etapa contemplava duas aulas totalizando 7 aulas de 50 minutos, um pouco diferente da proposta original. Essa proposta de trabalho foi toda baseada na teoria Histórico-cultural de Vigotski, sendo trabalhada com bases nos conceitos de ZDI, de Mediação, de Linguagem e de Interdisciplinaridade.

Inicialmente realizamos uma breve explanação de todas as Etapas da SD, em seguida organizamos os alunos em grupos de 4 para a montagem do Circuito Elétrico com Pilha de Limão, nessa oportunidade, foram escolhidos os líderes dos grupos, para ajudar na interação entre alunos e professor e entre os próprios alunos. Logo após foi aplicado o Questionário 1, com 4 perguntas abertas e individual, ressaltando-se que esta etapa foi realizada de modo presencial (para metade da turma) e on-line, para o restantes dos alunos.

Na segunda Etapa foi ministrada uma aula expositiva e dialogada sobre Circuitos Elétricos Simples, onde apresentamos toda a teoria e ao final expus uma simulação com o simulador Physics Education Technology (PHET), e montamos um circuito elétrico simples com material fácil acesso. Na oportunidade listamos os materiais que seriam usados na Etapa seguinte, a montagem do Circuito Elétrico com Pilha de Limão

Na terceira Etapa os alunos realizaram a montagem do Circuito Elétrico com Pilha de Limão, com base na montagem do Circuito Elétrico Simples apresentada na Etapa 2. Como era praticamente a última semana de aula na escola Centro Integral Julia Nunes Alves, tivemos que excluir uma atividade da Etapa 4 que foi a apresentação do relatório pelos grupos e antecipamos a

aplicação do Questionário 2 da Etapa 4. Para uma melhor compreensão da aplicação da SD, ver o Quadro 1.

Quadro 1: Esboço dos encontros formativos/aulas e suas ações, datas e carga horária da pesquisa de campo.

Encontros/ Etapas	Data	Carga horária	Ações
1ª Etapa	04/10/2021	1 h/a	Aplicação (online) do questionário semiestruturado (pré-teste)
	11/10/2021	1 h/a	Aplicação (presencial) do questionário semiestruturado (pré-teste)
2ª Etapa	22/11/2021	2 h/a	Estudo sobre Circuito Elétrico Simples (presencial)
3ª Etapa	29/11/2021	2 h/a	Montagem e desenvolvimento do Circuito Elétrico com Pilha de Limão e discussão (no coletivo) sobre a resolução das situações-problema (presencial)
	29/11/2021	1 h/a	Aplicação do questionário semiestruturado (pós-teste) e avaliação do Produto Educacional (presencial)

Fonte: Dados do Autor, 2022

Como comentado anteriormente, queria aqui ressaltar que na SD original (em anexo), nós propusemos 8 aulas de 50 minutos, mas se observamos no quadro acima temos apenas 7 aulas de 50 minutos, o motivo foi a impossibilidade de aplicação da quarta etapa, em face das férias antecipadas dos alunos do 3ª série do Ensino Médio.

Correlacionando as Etapas da SD com a teoria Histórico-cultural de Vigotski, destacamos no Quadro 2 os objetivos e atividades da mesma.

Quadro 2: Etapas da SD, com objetivos e atividades relacionados com a abordagem Histórico-Cultural.

Etapas	Objetivo da etapa	Atividade desenvolvida na etapa
1	Definir o tema e realizar sondagem inicial. (ZDR)	Aplicação do Questionário 1.
2	Apresentar o conteúdo através de aulas expositivas, dialogadas e reflexivas, apresentando os conceitos básicos de Circuitos Elétricos Simples (Mediação e ZDI).	Montagem e exposição de circuito elétrico simples feito pelo mediador.
3	Trabalhar situações problemas (aumentar mais uma pilha no Circuito feito com pilha de limão), onde os alunos irão colocar a “mão na massa” e ao mesmo tempo promover a interação entre os componentes dos grupos. (Mediação, Interação e ZDI)	Montagem do Circuito Elétrico Simples com Pilha de Limão.
	Verificar o desempenho dos estudantes pelo professor, aferindo se houve aprendizagem e desenvolvimento (Interação entre ZDI e ZDP).	Responder o Questionário 2.

Fonte: Dados do Autor, 2022

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Essa pesquisa foi aplicada em uma escola da periferia da cidade de Teresina- PI, tendo como objetivo a interdisciplinaridade dos componentes Física e Química através de um experimento de um circuito elétrico feito com pilha de limão.

Para uma análise qualitativa dos possíveis avanços desse trabalho, tomamos como base a Teoria Histórico-Cultural de Vigotski, considerando para o processo de ensino e aprendizagem a Zona de Desenvolvimento Imediato (ZDI), a Mediação e a Linguagem.

Visando este objetivo, foram elaborados dois questionários, o Questionário 1 com quatro questões e o Questionário 2 com oito questões, que versavam sobre os circuitos elétricos simples, conteúdo este estudado na pesquisa. Todas as questões foram abertas e limitadas ao conteúdo estudado. O Questionário 2 foi elaborado com oito questões sobre os mesmos conteúdos, com diferentes abordagens. O Questionário 1 foi aplicado na primeira etapa da SD, com 30 alunos, enquanto o Questionário 2, foi aplicado com somente 6 alunos, na última etapa da SD, como será justificado posteriormente.

Apresentaremos a seguir as perguntas e as respostas dos alunos, sem nominá-los, identificando por Aluno 1, Aluno 2, etc. para garantir o anonimato dos mesmos.

Aluno 1 / Questionário 1:

Pergunta 1: Já ouvimos falar de circuito de Fórmula 1, circuito de bicicleta, etc. Você já ouviu falar de circuito elétrico? Se já, o que você entende por circuito elétrico? (com suas palavras).

Resposta: - Sim, circuito de rede de energia em conjunto (eu acho)

Pergunta 2: Você consegue identificar algum circuito elétrico em sua casa? Faça uma lista de objetos que funcionam com os princípios dos circuitos elétricos.

Resposta: circuito de energia elétrica

Pergunta 3: O que você entende por uma solução?

Resposta: nada, mais pretendo aprender

Pergunta 4: O que é uma solução eletrolítica?

Resposta: não sei

Aluno 1 / Questionário 2:

Pergunta 1: O que você entende por uma solução iônica?

Resposta: as partículas estão na forma de íons

Pergunta 2: As soluções iônicas conduzem corrente elétrica? Explique.

Resposta: sim, porque tem íons

Pergunta 3: O que você entende por solução eletrolítica?

Resposta: soluções que conduzem a corrente elétrica

Pergunta 4: Baseado no experimento do Circuito Elétrico feito com “Limão”, defina com suas palavras um circuito elétrico simples e enumere os seus elementos constituintes.

Resposta: o circuito elétrico simples é constituído de uma pilha, um condutor de eletricidade e um receptor. O circuito elétrico simples funciona como um circuito fraco que conduz pouca eletricidade.

Pergunta 5: Descreva o processo de funcionamento de uma pilha.

Resposta: uma pilha é onde contém os íons negativo e positivo que age como fonte de energia, ou seja, armazena energia elétrica.

Pergunta 6: Há diferença entre um Circuito Elétrico Simples padrão e aquele construído com “Pilhas de Limões”? Por que?

Resposta: não, porque os dois circuitos contém energia, íons e são o que contem eletricidade.

Pergunta 7: Dê exemplos de circuitos elétricos que você encontra na sua casa, na rua, no comercio, etc. e compare com Circuitos Elétricos Simples.

Resposta: ventilador, possui uma fonte, os condutores e é próprio receptor, o circuito elétricos das casas, recebe energia dos postes que são as fontes, os fios que conduz a energia, são os condutores e as casas são os receptores, as lâmpadas recebem a energia de uma fonte, conduz energia pelos fios condutores e a lâmpada recebe ou recepta a energia.

Pergunta 8: o que você entende por oxirredução?

Resposta: é uma reação onde o elemento zinco, por exemplo sofre uma oxidação e perde íons, enquanto outro elemento o cobre, por exemplo, sofre uma redução, ou seja, ele tende a ganhar íons.

Essas respostas a seguir são dos questionários dos alunos que não participaram de todas as etapas da aplicação da SD.

Aluno 2 / Questionário 2:

Pergunta 1: O que você entende por uma solução iônica?

Resposta: as partículas dissolvidas estão na forma de íons

Pergunta 2: As soluções iônicas conduzem corrente elétrica? Explique.

Resposta: sim porque tem íons dissolvidos

Pergunta 3: O que você entende por solução eletrolítica?

Resposta: O aluno não respondeu

Pergunta 4: Baseado no experimento do Circuito Elétrico feito com “Limão”, defina com suas palavras um circuito elétrico simples e enumere os seus elementos constituintes.

Resposta: Um circuito elétrico simples é composto por condutor, receptor e a pilha ou uma carga.

Pergunta 5: Descreva o processo de funcionamento de uma pilha.

Resposta: na pilha ocorre um processo chamado de oxirredução onde os íons trocam de lugar, uma ganha, que são os elétrons e que perde são os íons.

Pergunta 6: Há diferença entre um Circuito Elétrico Simples padrão e aquele construído com “Pilhas de Limões”? Por que?

Resposta: não, pois tem os mesmo materiais que formam juntamente com a quantidade de íons

Pergunta 7: Dê exemplos de circuitos elétricos que você encontra na sua casa, na rua, no comercio, etc. e compare com Circuitos Elétricos Simples.

Resposta: disjuntor, porque ele funciona com base no circuito elétrico simples pois tem uma bateria (que é a energia fornecida pelo estado) tem os condutores (são os fios ou cabos de alta tensão) e o receptor que no caso é o disjuntor.

Pergunta 8: o que você entende por oxirredução?

Resposta: esse é o processo em que os íons trocam de lugar e os outros perde.

Aluno 3 / Questionário 2:

Esse aluno (Aluno 3) só participou da montagem do Circuito Elétrico com Pilha de Limão, observamos que o mesmo apresenta uma deficiência enorme na escrita correta, só coloquei as respostas que consegui entender, mas mesmo conseguindo decifrar as palavras, observei que esse aluno não consegue escrever várias palavras corretas.

Pergunta 1: O que você entende por uma solução iônica?

Resposta: partículas dissolvidas está na forma de íons

Pergunta 2: As soluções iônicas conduzem corrente elétrica? Explique.

Resposta: sim, porque tem íons dissolvidos

Pergunta 3: O que você entende por solução eletrolítica?

Resposta: conduz corrente elétrica

Pergunta 4: Baseado no experimento do Circuito Elétrico feito com “Limão”, defina com suas palavras um circuito elétrico simples e enumere os seus elementos constituintes.

Resposta: receptor, condutor, pilha e a fonte

Pergunta 5: Descreva o processo de funcionamento de uma pilha.

Resposta: não deu para ler o que o aluno(a) escreveu

Pergunta 6: Há diferença entre um Circuito Elétrico Simples padrão e aquele construído com “Pilhas de Limões”? Por que?

Resposta: não, os dois circuito contém energia e os dois produz eletricidade

Pergunta

Pergunta 7: Dê exemplos de circuitos elétricos que você encontra na sua casa, na rua, no comércio, etc. e compare com Circuitos Elétricos Simples.

Resposta: ventilador, é uma fonte porque pra ligar precisa da energia do condutor que é os fios a do receptor

Pergunta 8: o que você entende por oxirredução?

Resposta: não deu para decifrar a letra

Aluno 4 / Questionário 2:

Aluno 4, temos que ressaltar mais uma vez, que ele só participou apenas da última etapa da SD, a montagem do Circuito com Pilha de Limão e da aplicação do Questionário 2

Pergunta 1: O que você entende por uma solução iônica?

Resposta: pelo que entendi, a solução a solução iônica, é quando tem transferência de energia.

Pergunta 2: As soluções iônicas conduzem corrente elétrica? Explique.

Resposta: sim, pois os íons são muito importante para ligar algo que precisa de energia.

Pergunta 3: O que você entende por solução eletrolítica?

Resposta: são quando tem transferência de íons

Pergunta 4: Baseado no experimento do Circuito Elétrico feito com “Limão”, defina com suas palavras um circuito elétrico simples e enumere os seus elementos constituintes.

Resposta: condutor, receptor e resistor

Pergunta 5: Descreva o processo de funcionamento de uma pilha.

Resposta: precisa ter íons positivo e negativo

Pergunta 6: Há diferença entre um Circuito Elétrico Simples padrão e aquele construído com “Pilhas de Limões”? Por que?

Resposta: a diferença é que o circuito de limão tem menor energia

Pergunta 7: Dê exemplos de circuitos elétricos que você encontra na sua casa, na rua, no comércio, etc. e compare com Circuitos Elétricos Simples.

Resposta: ventilador, carregador de telefone. Esses circuitos elétricos são simples pois receptor e condutor

Pergunta 8: o que você entende por oxirredução?

Resposta: é quando tem transferência de íons negativo e positivo.

Aluno 5 / Questionário 2:

O Aluno 5 também só participou da última etapa da SD que foi a montagem do Circuito com Pilha de Limão e da aplicação do Questionário 2.

Pergunta 1: O que você entende por uma solução iônica?

Resposta: é que ela é capaz de formar íons positivo

Pergunta 2: As soluções iônicas conduzem corrente elétrica? Explique.

Resposta: sim, porque conduz a carga negativa e positiva

Pergunta 3: O que você entende por solução eletrolítica?

Resposta: tem a capacidade de conduzir a corrente elétrica

Pergunta 4: Baseado no experimento do Circuito Elétrico feito com “Limão”, defina com suas palavras um circuito elétrico simples e enumere os seus elementos constituintes.

Resposta: e aquilo que apenas uma única corrente elétrica

Pergunta 5: Descreva o processo de funcionamento de uma pilha.

Resposta: sem funcionamento se baseia em transferência de elétrons de um metal que tem tendência de ceder elétrons para um que tem tendência

Pergunta 6: Há diferença entre um Circuito Elétrico Simples padrão e aquele construído com “Pilhas de Limões”? Por que?

Resposta: sim, a diferença e sobre o V conduz mais que o outro

Pergunta 7: Dê exemplos de circuitos elétricos que você encontra na sua casa, na rua, no comércio, etc. e compare com Circuitos Elétricos Simples.

Resposta: pilha e bateria

Pergunta 8: o que você entende por oxirredução?

Aluno 6 / Questionário 2:

Questão 1: O que você entende por uma solução iônica?

Resposta: o que conduz de forma de íons positivo

Pergunta 2: As soluções iônicas conduzem corrente elétrica? Explique.

Resposta: sim

Pergunta 3: O que você entende por solução eletrolítica?

Resposta: tem a capacidade de conduzir a corrente elétrica

Pergunta 4: Baseado no experimento do Circuito Elétrico feito com “Limão”, defina com suas palavras um circuito elétrico simples e enumere os seus elementos constituintes.

Resposta: é aquele que há uns íons corrente elétrica, ou seja a corrente sair gerador e percorre somente um caminho a te voltar a ele

Pergunta 5: Descreva o processo de funcionamento de uma pilha.

Resposta: se baseia em transferência de elétrons de um metal que tem tendência de ceder elétrons, para um que tem tendência de ganhar elétrons

Pergunta 6: Há diferença entre um Circuito Elétrico Simples padrão e aquele construído com “Pilhas de Limões”? Por que?

Resposta: tem a mesma disjuntor se que um

Pergunta 7: Dê exemplos de circuitos elétricos que você encontra na sua casa, na rua, no comércio, etc. e compare com Circuitos Elétricos Simples.

Resposta: pilha e

Pergunta 8: o que você entende por oxirredução?

Resposta: oxidação dos elétrons que restou componentes elétrons.

Para a análise observacional concentramos mais esforços por conta das dificuldades de aplicação dos questionários. A principal delas foi a situação pandêmica que potencializou as dificuldades de reunir todos os alunos na mesma aula e também por estes se encontrarem no sistema de aulas híbridas.

Foram observados pelos alunos nas aulas e na montagem do experimento, os seguintes aspectos: o entusiasmo, a participação e os cumprimento das etapas da SD.

Nas figuras a seguir mostraremos o desenvolvimento dos alunos na montagem do Circuito Elétrico Simples com Pilha de Limão.

Na Figura 20, destacamos o momento em que os mesmos iniciaram a montagem do circuito, tendo sido entregue o manual de experiência. Fizemos também uma explanação sobre o funcionamento e os procedimentos de montagem a serem adotados.

Figura 20. Início da montagem do Circuito Elétrico Com Pilha de Limão.



Fonte: Arquivo fotográfico do autor.

Na Figura 21, registramos a Interdisciplinaridade dos componentes de Física e de Química, destacando-se ao fundo à esquerda a professora de Física e de Química e à direita a professora de Física. A professora de Química, presente na sala, em um determinado momento da montagem do experimento com pilha de limão, ela fez uma explanação de como ocorre o funcionamento do limão no circuito, e as reações químicas que faz com que o limão produza energia que alimenta o circuito.

Figura 21. Interdisciplinaridade dos professores de Física e Química.



Fonte: Arquivo fotográfico do autor.

Vale resaltar que através da Figura 21, observamos o desempenho e o entusiasmo que os alunos mostraram durante o desenvolvimento da montagem do circuito.

Na Figura 22 destacamos o momento em que os alunos montaram o Circuito Elétrico com Pilha de Limão, e testaram o funcionamento da Calculadora alimentada pelo mesmo.

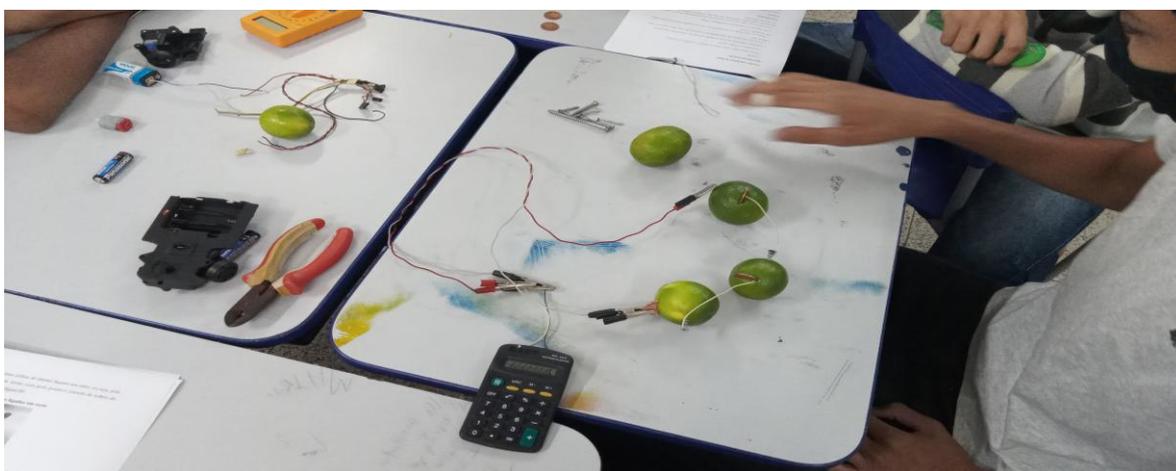
Figura 22. Testagem do funcionamento da Calculadora no circuito com pilha de limão



Fonte: Arquivo fotográfico do autor.

Na Figura 23 mostramos o resultado do acréscimo de mais um limão ao circuito, a princípio, tínhamos dois limões em série e durante o processo surgiu a ideia, proposta por eles de se colocar um terceiro limão.

Figura 23. Circuito Elétrico com três pilhas de limão.



Fonte: Arquivo fotográfico do autor.

Esse acréscimo como, vemos na Figura 23, foi provocado por reflexões e Situações-problema a respeito da possibilidade de acrescentar um terceiro limão.

Nesta Figura 24 registramos o momento em que os estudantes estavam respondendo o Questionário 2 da SD.

Figura 24. Alunos respondendo o Questionário 2 da SD.



Fonte: Arquivo fotográfico do autor.

Com os resultados do Questionário 2 a intenção era verificar se houve aprendizado e desenvolvimento em relação ao Questionário 1. A ideia era ampliar o número de questões, para que houvesse uma visão maior do conteúdo estudado, procurando saber se o aluno evoluiu ou adquiriu novas Zonas de Desenvolvimentos ao longo de todo o processo de aplicação da SD. Destacamos que os alunos ainda não tinham visto o conteúdo abordado na SD.

Analisando o questionário do Aluno 1, que foi o único aluno que cumpriu todas as etapas do processo proposto na SD e levando em consideração todas as variáveis relatadas, podemos dizer que as respostas do Aluno 1 foram plenamente satisfatórias, se levarmos em conta o desenvolvimento do aluno baseado na ZDR, onde é analisado o que ele sabe fazer sozinho. Com base no Questionário 2, verificamos então, se houve desenvolvimento e aprendizagem deste aluno.

Vejamos as resposta do Aluno 1, fazendo algumas comparações entre a resposta da primeira questão do Questionário 1 e a quarta questão do Questionário 2 que é similar, mas ampliada. Na primeira questão do Questionário 1 o aluno respondeu algo que não tinha pertinência em relação ao conteúdo da pergunta. Já no Questionário 2, o mesmo descreveu com suas palavras o conteúdo da pergunta de maneira satisfatória.

Na Questão 2 do Questionário 1 o aluno respondeu de maneira totalmente descontextualizada do comando da questão. Já no Questionário 2, na Questão 7, uma questão que estava relacionada com seu cotidiano, o estudante

conseguiu demonstrar domínio de conteúdo estudado. Lembrando sempre que as questões eram abertas para as respostas.

A Questão 3 do Questionário 1, não teve questão equivalente no Questionário 2, por se tratar de uma questão de bonificação para o aluno. Na Questão 3 do Questionário 2, uma junção das Questões 2 e 3, do Questionário 1, o mesmo demonstrou que sua resposta estava de acordo com a pergunta proposta, mesmo em poucas palavras.

Na Questão 4 dos Questionários 1 e 2, o aluno simplesmente indicou que não sabia responder.

Vamos agora fazer uma análise, do Aluno 1, referente às questões que só aparecia no Questionário 2. Por exemplo a Questão 2 do Questionário 2, era uma questão interdisciplinar entre Física e Química. Para esta questão o aluno demonstrou mais uma vez possuir razoável domínio do conteúdo ou seja, houve aprendizado com base na ZDI.

A Questão 4 do Questionário 2 tinha como objetivo relacionar a teoria com a prática e da mesma forma o aluno demonstrou a habilidade de relacionar a teoria com a prática.

Na Questão 5 do Questionário 2, mais uma vez uma questão interdisciplinar, na qual o aluno não foi tão preciso em sua resposta, mas não se afastou do conteúdo da resposta.

Na Questão 8 do Questionário 2, também uma questão interdisciplinar, onde o aluno teria que mostrar mais conhecimento de Química que da própria Física, mais uma vez a resposta do Aluno 1 foi bastante satisfatória. Vale ressaltar a sua capacidade de liderança e comunicação no grupo.

Sobre as respostas do Aluno 1, podemos classificar como bastante consistentes os resultados obtidos na aplicação dos questionários, apesar das variáveis adversas contextuais que já mencionamos aqui. A análise foi feita apenas com Aluno 1, mais o mesmo demonstrou que evoluiu, da situação de quase total desconhecimento do assunto, quando comparamos os Questionários 1 e 2, sendo que o mesmo demonstrou que ampliou sua aprendizagem, criando assim novas zonas de conhecimentos (Goes, 1991).

Na análise observacional, vimos com bastante entusiasmo não só a participação do Aluno 1 mais de todos os alunos da turma. Observamos com bastante satisfação como os alunos se comportavam diante principalmente da

montagem do Circuito Elétrico com Pilha de Limão, destacando-se seus entusiasmos e suas participações tanto nas aulas teóricas como na montagem do circuito, constatando-se avanços por conta de suas indagações e questionamentos durante o processo.

Visto que, se levarmos em conta todas as variáveis apresentadas no processo de aplicação da SD, variáveis essas tais como, dificuldades de aplicação da SD visto que a mesma foi elaborada para o ensino presencial e tivemos que adaptá-la para o sistema híbrido e ainda durante a aplicação da SD tivemos que voltar para o presencial, mais de forma que a metade da sala vinha para os encontros e a outra metade ficava online no mesmo horário, ou seja, as aulas as vezes tinham um intervalo de mais de 15 dias. Diante desse contexto e todas essas turbulências que envolveram a aplicação da SD, os resultados obtidos, tanto da análise observacional quanto das respostas dos questionários dos alunos, suas participações, seus entusiasmos e seus progressos no processo de aplicação da SD, podemos emitir um juízo de valor bastante satisfatório à implementação e aplicação da SD. Tudo isso aliado ao contexto de Pandemia que dificultou muito o andamento do processo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conclusão (ou Considerações Finais) é o último elemento textual, no qual o(a) mestrando deverá apresentar as conclusões correspondentes aos objetivos propostos e responder à pergunta central da pesquisa, ou seja, o problema de pesquisa. Na maioria das vezes, retorna-se à ideia apresentada na Introdução, mas com uma ênfase conclusiva, embora saibamos que a pesquisa nunca estará pronta e acabada, pois, certamente, haverá a necessidade de se aprofundar a temática desenvolvida, a partir de novos questionamentos. Isso justifica o fato de empregarmos a expressão Considerações Finais, ao invés de Conclusão.

Portanto um dos principais objetivos do Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) é o desenvolvimento de Produtos Educacionais, focando na aplicação dos mesmos em sala de aula, tendo um relato de experiência (na Dissertação) sobre o que aconteceu nessa aplicação. Tais Produtos Educacionais visam contribuir de forma objetiva e inovadora para uma melhoria do Ensino de Física no Brasil.

Nesse trabalho, Produto Educacional (PE), optamos por trabalhar uma Sequência Didática, de forma Presencial, mas pode ser adaptada para a forma Híbrida e também Remota. Sua aplicação tem como objetivo a montagem de um Circuito Elétrico Simples com Pilha de Limão, de forma interdisciplinar, com materiais de fácil acesso e sem uma estrutura de laboratório, podendo ser aplicada na própria sala de aula, pois a maiorias das escolas não possui estrutura de laboratório e nem materiais para montagem de experimentos.

Esse PE, denominado Circuito Elétrico Simples com Pilha de Limão, contém 19 páginas na forma de manual de um experimento; detalhando a montagem do experimento, a aplicação da SD, o ambiente e as formas de se aplicar a SD.

A avaliação foi feita em três etapas: a primeira foi a percepção do pesquisador sobre a pesquisa desenvolvida, durante o processo de aplicação da SD; a segunda foi a análise das respostas dos dois questionários aplicados, o Questionário 1 na primeira etapa da SD e o Questionário 2, na última etapa da mesma e a terceira, foi o uso da observação dos alunos por parte do pesquisador sobre as ações destes durante a aplicação da SD.

Na perspectiva do pesquisador, a SD, proporcionou o que estava previsto na perspectiva de Vigotski, apesar da amostra ser pequena por conta da ausência da maioria dos alunos, com já foi justificado. Ficou evidente, ao final da pesquisa, as interações entre os alunos dentro dos grupos e entre os grupos e os professores. Além disso as interações nas resoluções das Situações-problemas, nos debates, durante a montagem do experimento. Na montagem podemos dizer que ocorreu um trabalho coletivo interacionista, onde gerou a produção de novas zonas de conhecimentos, conseguindo chegar no objetivo buscado, a Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDP), pois eles propuseram a montagem de um novo experimento que aumentava a quantidade de limões. Através da mediação e da interação, fizeram uma nova montagem, com três limões. Observou-se que as ações da prática se alinharam com a teoria, evidenciando que a Zona de Desenvolvimento Imediato (ZDI), onde ocorre efetivamente a aprendizagem, o que era previsto na teoria, em relação ao aumento de um limão no circuito. Através de reflexões sobre o aumento de um limão e assim sucessivamente chegaram a uma possível ZDP que seria o objetivo da teoria de Vigotski, a ZDP segundo a teoria nos indica de onde sair até onde devemos chegar no processo de ensino e aprendizagem. Ela nos fala de onde se quer chegar através das passagens das sucessivas zonas de desenvolvimento [Zona de Desenvolvimento Real (ZDR), ZDI é onde acontece a aprendizagem, até chega a ZDP].

Percebemos também que os alunos mais experientes no conteúdo, através de suas interações, auxiliavam os outros na montagem do experimento, o que atende as expectativas segundo Vigotski em sua teoria Histórico-cultural.

Nem todos os alunos participaram da aplicação da SD mas os que participaram expressaram estar motivados, interessados e estimulados, na montagem e na resoluções de problemas, oportunizadas durante a aplicação da SD. Observamos que o único aluno que participou de todas as etapas de aplicação da SD, demonstrou que assimilou o conteúdo (contemplando a ZDI) de forma que desenvolveu novas zonas (ZDR). Mas mesmo aqueles que não participaram de todas as etapas, o pesquisador observou um avanço significativo no desenvolvimento de suas zonas de desenvolvimento. Isto ocorreu por conta das interações entre os alunos participantes da pesquisa.

Podemos também observar que durante a aplicação da SD as etapas

não foram utilizadas na sua aplicação plena, pois ficou faltando dentro da última etapa a apresentação do relatório do experimento. Tivemos que antecipar a aplicação do Questionário 2 da quarta para a 3ª Etapa e retirar a apresentação do Relatório da Etapa 4. O motivo foi o término das aulas antes da aplicação da quarta etapa, pois as aulas acabaram logo após o término do ENEM. Talvez essa lacuna tenha ocorrido por inexperiência do pesquisador.

Quanto à questão norteadora desta pesquisa, a interdisciplinaridade entre os conteúdos de Física e de Química, o pesquisador observou que o material desenvolvido proporcionou a interação dos mesmos, inclusive dentro da sala de aula, onde o pesquisador proporcionou a interação entre a professores de Química e de Física no momento em que foi explicado o porquê o circuito com pilha de limão conseguia fazer funcionar uma calculadora de 1,5 Volt e outros conceitos dos conteúdos estudados na SD. Também no Questionários fizemos questões que envolviam os componentes Física e Química em algumas questões.

Em vista dos argumentos apresentados e dos pontos destacados, o PE atingiu os seus objetivos, que através de experimentos simples feito com matérias de fácil aquisição pelos estudantes e simples de ser aplicado pelo mediador, motivou a participação dos alunos e consequentemente a interação, (onde ocorre a aprendizagem do aluno ou seja dentro da ZDI dos mesmos) tendo como resultado o desenvolvimento do Ensino e Aprendizagem destes.

O objetivo principal da pesquisa era produzir um texto interdisciplinar para contribuir com o processo de Ensino e Aprendizagem e de fácil aplicação. Acreditamos que esse PE seja mais uma ferramenta para contribuir com a aprendizagem de conteúdo, na áreas de Circuitos Elétricos.

Vale apenas destacar que o procedimento metodológico se enquadra como uma metodologia ativa, pois suas estratégias de ensino focaram na participação dos alunos em todas as atividades propostas pelo experimento, enquanto o professor é o mediador que esclarece, questiona, interage e estimula os alunos, com esse conhecimento de maneira adaptável, ajustável e acessível.

Claro que há muitas lacunas a serem preenchidas respondidas e algumas limitações nos dados, por conta da pequena amostra apresentada, e por não conseguirmos aplicar efetivamente todas as etapas da SD como planejamos. Observamos também que se tivéssemos feito a aplicação da SD

com todas as etapas, poderíamos ter resultados mais satisfatórios e confiáveis.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2011.

PIETROCOLA, Maurício; FILHO, José de Pinho Alves; PINHEIRO, Terezinha de Fátima. **Prática Interdisciplinar na Formação Disciplinar de Professores de Ciências**. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/544>. Acesso em: 11 de abr. de 2022.

Márcio Pereira. **Desenvolvimento Psicológico Segundo Vygotsky: Papel da Educação**. Disponível em: <http://maratavarespsictics.pbworks.com/w/file/74224757/69738987-desenvolvimento-psicologico-segundo-vygotsky.pdf>. Acesso em: 11 de abr. de 2022.

PAGANOTTI, Ivan. **Vygotsky e o Conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal**. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1972/vygotsky-e-o-conceito-de-zona-de-desenvolvimento-proximal>. Acesso em: 12 de abr. de 2022.

Zona de desenvolvimento proximal. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Zona_de_desenvolvimento_proximal. Acesso em 12. De abr. de 2022.

Níveis de Desenvolvimento. Disponível em: http://grupoevolucão.com.br/livro/Saberes_Educador_Musical/nveis_de_desenvolvimento.html#. Acesso em: 12 de abr. de 2022.

Corrente Elétrica. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br>. Acesso em: 18 de abr. de 2022.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física, Eletromagnetismo**, Volume 3. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

Corrente Elétrica. Disponível em: <https://infosolda.com.br/70-corrente-eletrica/>. Acesso em: 18 de abr. de 2022.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Corrente Contínua (CC): Definições e Aplicações**. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/corrente-continua/>. Acesso em: 28 de abr. 2022.

Corrente Elétrica Contínua e Alternada (CC e CA). Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/corrente-eletrica-continua-cc-alternada-ca>. Acesso: 28 de abr. de 2022.

VYGOTSKI, L.S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001. p. 238.

GASPAR, Alberto. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. **A Teoria Histórico-cultural e o Ensino da Física**. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/deloslectores/654Werner108.PDF>. Acesso em: 09 de maio de 2022.

MILANI, Lankie Gabriel; STOLTZ, Tania; HIGA, Ivanilda. **Vigotski e o Ensino de Física: um Olhar a Partir do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/55468/7513751513>. Acesso em: 9 de maio de 2022.

MONROE, Camila. **Vigotsky e o Conceito de Aprendizagem Mediada**. Acesso em: 16 de maio de 2022. Disponível em:

<https://novaescola.org.br/conteudo/274/vygotsky-e-o-conceito-de-aprendizagem-mediada/>.

BORGES, Dayane. **Corrente Contínua e Alternada: o que é, características e aplicações**. Acesso em: 16 de maio de 2022. Disponível em: <https://conhecimentocientifico.com/corrente-continua/>.

Corrente Elétrica Contínua e Alternada (CC e CA). Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/corrente-eletrica-continua-cc-alternada-ca>
Acesso em: 16 de maio de 2022.

SOUZA, Paulo Victor Santos; MOTA, Aline Tiara; RODRIGUES, Danielle Pereira. **Circuitos Elétricos com Materiais de Baixo Custo: uma proposta pautada na aprendizagem significativa de Ausubel**. Brasília: Revista do Professor de Física, v. 3, n. 1, p. 133-154, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. (PCNEM). Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

BACICH, L.; MORAN, J. (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: basenacionalcomum.mec.gov.br. Acesso em: 13 de jun. 2022.

ORTEGA, Antônio César; SILVA, Filipe Prado Macedo da. **As Ferramentas da Pesquisa Qualitativa Aplicadas aos Estudos Territoriais**. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8847/1/As%20Ferramentas.pdf>. Acesso em: 25 de maio de 2022.

Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb). Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb>. Acesso em 25 de maio de 2022.

FALCADE, Andressa et all. **Técnicas de Produção e Tratamento de Dados Qualitativos em Teses e Dissertações Sobre Tecnologias Educacionais Digitais Utilizando a Pesquisa-Ação.** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeped/a/zYT3WCkxbDHshkSTDWq8TJb/?format=pdf&lang=t>. Acesso em: 30 de maio de 2022.

BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Altoé; BLINI, Ricardo Brugnolle. **Reflexões Sobre a Importância da Experimentação no Ensino de Física.** Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3073/307325328006.pdf>. Acesso em: 8 de jun. de 2022.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica, 1: mecânica.** 5. ed. São Paulo: Blucher, 2013.

OTERO, Valerie K. **Cognitive Processes and The Learning of Physics Part II: Mediated Action.** Varenna, Italy, 2003.

VYGOTSKI, L.S. **A formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** São Paulo, Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKI, L.S; LURIA, A.R; LEONTIEV A.N. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem.** São Paulo: ícone, 2010.

OLIVEIRA, Marta Kohl. **Vygotski, Aprendizado e Desenvolvimento. Um processo Sócio-Histórico.** Disponível em: https://www.academia.edu/33230664/OLIVEIRA_Marta_Kohl_Vygotsky_aprendizado_e_desenvolvimento_um_processo_socio_historico2. Acesso: 13 de jun. de 2022.

MIRANDA, Maria Irene. **Conceitos Centrais da Teoria de Vigotski e a Prática Pedagógica** Disponível em: MBATE91/Downloads/Conceitos_centrais_da_teorias_de_Vygotsky_e_a_pratica.pdf.

Acesso em: 2 de jul. de 2021.

HARTMANN, Âgela Maria. **Desafios e Possibilidades da Interdisciplinaridade no Ensino Médio.** Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/2591/1/2007_AngelaMariaHartmann.PDF. Acesso em: 13 de jun. de 2022.

MIGUES, Vitor Hugo; BARRETO, Simone Santos. **Interdisciplinaridade: Quais as Principais Dificuldades Encontradas pelos Professores para Implantação Desta Prática Pedagógica.** Disponível em: <http://sec.s bq.org.br/cdrom/34ra/resumos/T2780-2.pdf>. Acessado em: 8 de jul. de 2021.

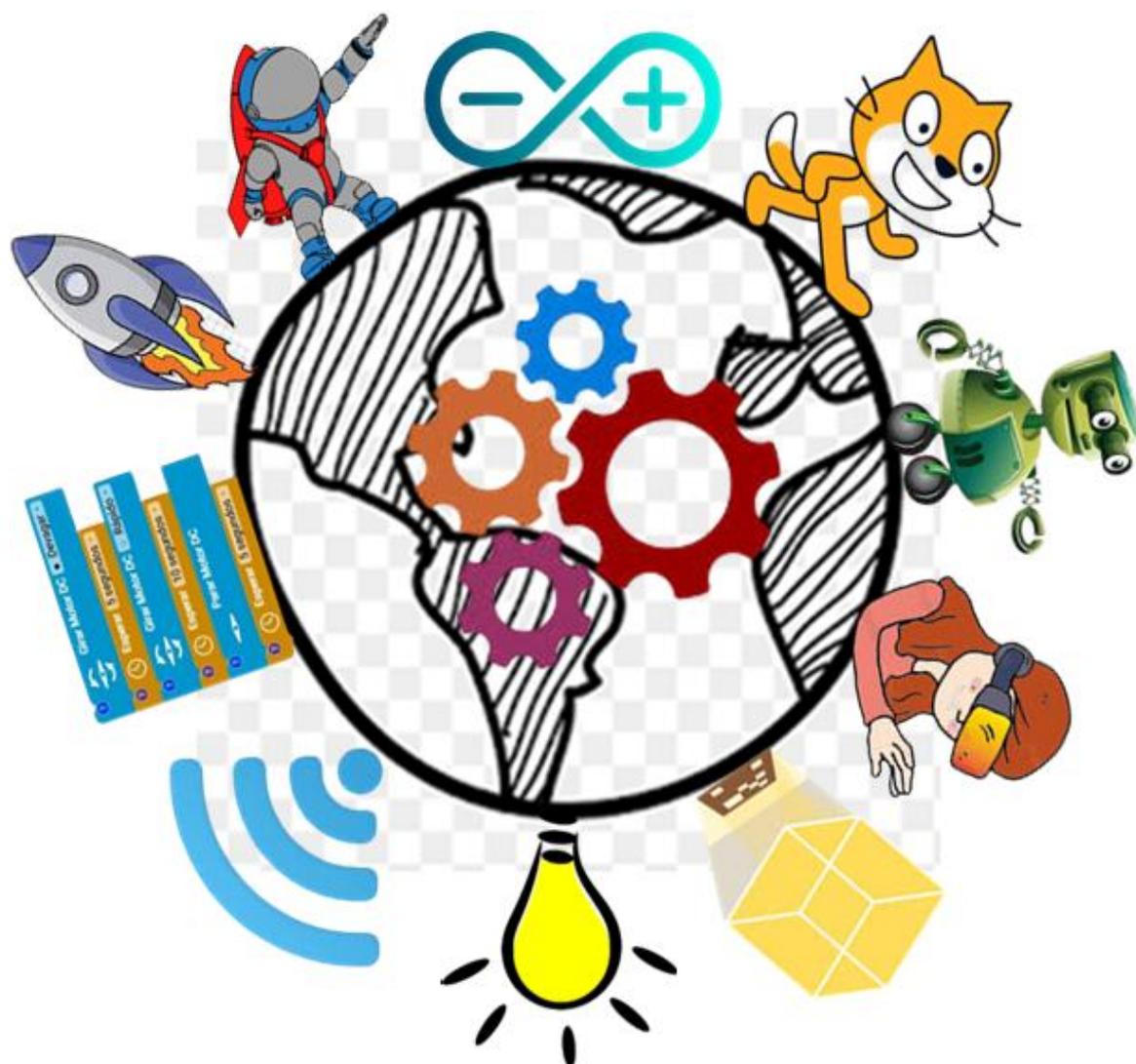
Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab. Acesso em: 13 de jul. de 2022.

APÊNDICE A – Produto Educacional

CIRCUITOS ELÉTRICOS SIMPLES

COM PILHAS DE LIMÃO

JARDEL PINHO SENA



MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



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

JARDEL PINHO SENA

CIRCUITOS ELÉTRICOS SIMPLES COM PILHAS DE LIMÃO

TERESINA
2022

JARDEL PINHO SENA

CIRCUITOS ELÉTRICOS SIMPLES COM PILHAS DE LIMÃO

Produto Educacional vinculado à Dissertação de Mestrado, Proposta de Experimentos Interdisciplinar sobre Circuitos Elétricos com Corrente Contínua Envolvendo Física e Química: Contribuições da Teoria da Histórico-Cultural, apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Física no Ensino Médio **Orientador:** Prof. Dr. Valdemiro da Paz Brito

TERESINA

2022

APRESENTAÇÃO

Esse Produto Educacional (PE) é destinado aos professores que lecionam os componentes curriculares de Física e Química, na 3^o série do Ensino Médio, da rede pública do Brasil. Este trabalho está vinculado à Dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Física, realizada na Universidade Federal do Piauí (UFPI), sob a orientação do Professor Dr. Valdemiro da Paz Brito.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 APLICATIVOS A SEREM UTILIZADOS NA SD, VIA CELULAR.....	7
2.1 Baixando o aplicativo <i>Alboom AR Viewer</i>	7
2.2 Instalação Alternativa do aplicativo <i>Alboom AR Viewer</i>	8
3 COMPETÊNCIAS CONTEMPLADAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD).....	8
3.1 Competências Gerais.....	8
3.2 Competências Específicas.....	8
4 HABILIDADES CONTEMPLADAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD).....	9
5 ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD).....	10
5.1 Etapa 1.....	10
5.1.1 Turma Presencial.....	10
5.1.2 Turma Remota.....	10
5.1.3 Turma Híbrida.....	11
5.3 Etapa 2.....	12
5.3.1 Atividade Experimental.....	13
5.4 Etapa 3.....	13
6 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE.....	14
7 APÊNDICES.....	14
7.1 Apêndice A - Sugestão de Questionário (Inicial).....	14
7.2 Apêndice B – Circuito Elétricos Simples.....	14
7.3 Apêndice C - Sugestão de Questionário (Final).....	16
7.4 Apêndice D – Circuitos Elétricos com Pilhas de Limão.....	17
REFERÊNCIAS.....	21

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

TÍTULO: CIRCUITOS ELÉTRICOS SIMPLES COM PILHAS DE LIMÃO

Área: Ciências da Natureza

Componentes: Física e Química

Etapa: 3ª Série

Unidade Temática: Matéria e Energia

Objeto de Conhecimento: Circuitos Elétricos Simples

1. INTRODUÇÃO

A Sequência Didática (SD) intitulada de CIRCUITOS ELÉTRICOS COM PILHAS DE LIMÃO foi desenvolvida para trabalhar de forma interdisciplinar dinâmica e alinhando a teoria e a prática. Trabalhando como objeto de conhecimento os conceitos de Circuitos Elétricos: Circuitos Simples e Eletroquímica: Solução Eletrolítica. Sendo desenvolvida para o professor trabalhar com materiais de fácil acesso e sem a necessidade de estruturas de Laboratórios, objetivando estimular o desenvolvimento de competências tais como, pensamentos científico, crítico e criativo e alinhar de forma intencional a aprendizagem colaborativa. Essa SD foi planejada para ser desenvolvida em quatro etapas, cada etapa composta de duas aulas em um total de oito aulas, com atividades que envolvem aulas dialogadas, práticas experimentais, resoluções de questões, leitura, reflexão e discussão.

Para maior interação a SD possui animação 3D e vídeos em Realidade Aumentada (RA), em algumas partes de montagem dos circuitos elétricos. Conta com AR *code* na própria foto da parte do experimento, para ser escaneado pelo aplicativo de smartphone *Alboom AR Viewer* disponível gratuitamente nas lojas *App Stores* e *Play Store*. Quando a imagem é escaneada surge uma animação 3D ou vídeo de animação na tela de seu smartphone sobre a imagem real da sua SD, enriquecendo sua experiência na montagem e em sua aprendizagem.

Complementando essa sessão apresentamos informações relevantes sobre Eletroquímica. Por exemplo, uma pilha (bateria ou célula galvânica) costuma ser definida como um elemento de circuito no qual ocorre um processo espontâneo em que a energia química é transformada em energia elétrica. As pilhas comuns que costumamos usar em aparelhos eletrônicos possuem em seu interior uma série de

substâncias químicas, entre elas metais e soluções eletrolíticas que produzem reações de oxirredução (com perda e ganho de elétrons), que geram uma diferença de potencial (ddp) entre os terminais da pilha. Os elétrons, por apresentarem carga negativa, migram do eletrodo negativo, denominado ânodo, que é o metal com maior tendência de doar elétrons, para o eletrodo positivo, que recebe o nome de cátodo (metal com maior tendência de receber elétrons). Deste modo, é gerada uma corrente elétrica que se propaga através do circuito. Nesse trabalho pretendemos construir ou preparar circuitos elétricos nos quais limões, adequadamente preparados, funcionarão como pilhas, gerando então uma corrente elétrica efetiva, por certo intervalo de tempo de utilização.

Esclarecendo, na prática podemos preparar uma pilha usando um limão comum no qual inserimos em posições distintas uma placa de zinco e uma de cobre. Na placa de cobre os átomos atraem mais elétrons do que na placa de zinco. Na bateria preparada com limão uma elevada quantidade de elétrons passa do zinco para o cobre. Estes começam a repelir-se à medida que se concentram no cobre. Quando a força de atração de elétrons do cobre é contrabalançada pela força de repulsão entre os elétrons, o fluxo de elétrons cessa. Deste modo, estes tipos de bateria têm poucas aplicações na prática.

Desta forma, este processo de transformação de energia elétrica torna-se útil somente para certas aplicações. No entanto, assim como acontece para as pilhas secas, estas pilhas têm um determinado tempo de vida. Nos eletrodos ocorrem reações químicas que acabam por bloquear a transferência de elétrons do ânodo (zinco - de onde saem os elétrons) para o cátodo (cobre - onde entram os elétrons).

2. APLICATIVOS A SEREM UTILIZADOS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD), VIA CELULAR

Nesta sessão apresentaremos o aplicativo *Alboom AR Viewer* a ser utilizado no desenvolvimento da SD a ser trabalhada neste Produto Educacional (PE).

2.1 Baixando o aplicativo *Alboom AR Viewer*

Instruções fornecidas, pelo próprio desenvolvedor do aplicativo, com minhas adequações:

- i - *App* da *Alboom AR Viewer*, disponíveis no *Google Play*, *Play Store* e *App Store*;
- ii - Abra o *App* da câmera (leitor de *QR code*) de seu *Smartphone*;
- iii - Aponte para o *QR code* da Figura 1 abaixo;
- iv - Espere a notificação que aparece no topo da sua tela;
- v - Confirme as notificações.

Figura 1 - QR Code do App *Alboom AR Viewer*.



Fonte: *Alboom AR Viewer* (2021). Acesso: <https://www.alboompro.com/products/ar/>

2.2 Instalação Alternativa do aplicativo *Alboom AR Viewer*

- i - Disponível no *Google Play*, no *Play Store* e no *App Store*, para utilização gratuita. Abra o *App Alboom AR Viewer*;
- ii - Clique no botão "+" na parte inferior direita;
- iii - Insira o código acessível *sms* e clique em continuar;
- iv - Espere a preparação do conteúdo da coleção.

3. COMPETÊNCIAS CONTEMPLADAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

Nesta sessão apresentaremos as competências a serem contempladas no desenvolvimento da SD a ser trabalhada neste PE.

3.1 Competências Gerais (Numeração de acordo com a sequência numérica da BNCC)

Competências Gerais:

Competência 4. Comunicação - Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos, além de produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

3.2 Competências Específicas (Numeração de acordo com a sequência de numeração da BNCC)

Competência Específica 1 - Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas 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/ou global.

Competência Específica 3 - Analisar 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).

4. HABILIDADES CONTEMPLADAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD) (Numeração de acordo com a sequência numérica da BNCC)

Nesta sessão apresentaremos as habilidades a serem contempladas no desenvolvimento da SD a ser trabalhada neste PE.

Habilidade (EM13CNT101) - Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.

Habilidade (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.

Habilidade (EM13CNT303) - Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

5. ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

Nesta sessão apresentaremos as etapas a serem seguidas no desenvolvimento da SD objeto deste PE.

5.1 Etapa 1 (2 aulas)

Objetivo:

Fazer uma apresentação das etapas da SD e aplicação da primeira atividade, o questionário ou *quis*, serve como uma sondagem inicial que vai auxiliar o professor nas possíveis deficiências do conteúdo. Ela é interessante porque põe os estudantes em contato com uma situação problema em que precisam colocar em jogo seus saberes. Essa atividade poderá ser gameficada a critério do mediador, através de *Quizizz Creator*, que é um aplicativo de criação de *quiz* e gratuito ou fazer o questionário através do *google forms* ou plataformas similares.

As turmas serão organizadas de três formas diferentes: turmas presenciais, turmas remotas e turmas híbridas

5.1.1 Turma Presencial

A turma será organizada em grupos de quatro pessoas, preferencialmente, de forma que fiquem com as quatro mesas de frente uma para outra, formando uma espécie de bancada. Serão também formados grupos de *WhatsApp* para que haja mais interação entre os participantes, onde nesses grupos eles se organizem, postem materiais, e até mesmos marquem reuniões entre eles, apresentando todas as etapas e atividades que serão desenvolvidas durante o curso. Tempo necessário 20 minutos. Reserve ainda um tempo adicional para que os alunos respondam o *quis* pertinente ao assunto. Sugestão de tempo 40 minutos, para uma posterior análise dos dados qualitativos coletados. É uma oportunidade também que o mediador tem para fazer uma reflexão dos conhecimentos prévios de seus alunos e dos materiais que serão usados na aula seguinte. É uma preparação para a Etapa 2.

5.1.2 Turma Remota

A turma será organizada em grupos de quatro pessoas. Serão também formados grupos no *WhatsApp* para melhor interação entre os participantes. Será criada uma sala virtual pelo *Google Classroom* ou ferramenta semelhante, para as

postagens de atividades e materiais, tanto dos alunos quanto do professor. Os questionários podem ser feitos pela ferramenta Google Formulários ou ferramentas semelhantes. As aulas serão ministradas preferencialmente pelo *Google Meet* e suas ferramentas, podendo ser feito também pelo *Zoom Meetings*, *Cisco Webex Meetings* etc. E assim será a dinâmica para todas as aulas remotas da SD. Tempo necessário 20 minutos. Reserve ainda um tempo adicional para que os alunos respondam o *quiz* pertinente ao assunto. Sugestão de tempo, 30 minutos, para posterior análise dos dados qualitativos coletados. É uma oportunidade também que o mediador tem para fazer uma reflexão sobre os conhecimentos prévios dos alunos e dos materiais que serão usados na aula seguinte. É uma preparação para a Etapa 2.

5.1.3 Turma Híbrida

Se as aulas forem híbridas, será a mesma dinâmica das aulas remotas, com o diferencial de que as montagens dos experimentos serão presenciais. Essa dinâmica de aulas híbridas serve para todas as etapas da SD. Tempo necessário 20 minutos. Reserve ainda um tempo adicional para que os alunos respondam o *quiz* pertinente ao assunto. Sugestão de tempo, 30 minutos, para posterior análise dos dados qualitativos coletados. É uma oportunidade também que o mediador tem para fazer uma reflexão dos conhecimentos prévios de seus alunos e dos materiais que serão usados na aula seguinte. É uma preparação para a Etapa 2.

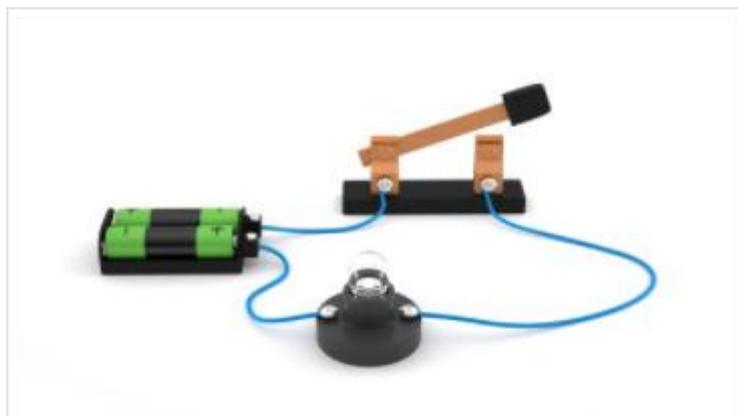
5.2 Etapa 2 (2 aulas)

Objetivo:

Nessa segunda etapa serão apresentados para os alunos o conteúdo sobre circuitos elétricos, através de aulas expositivas e dialogadas, de 50 minutos cada, a importância dos circuitos elétricos para o seu dia a dia. E a montagem de um Circuito Elétrico Simples e uma simulação através do simulador Physics Education Technology (PHET).

Como um exemplo a ser demonstrado indicamos o Circuito Elétrico Simples apresentado na Figura 2 adiante, que consta dos seguintes elementos: 2 pilhas comerciais de 1,5 V associadas em série; 1 lâmpada simples; 1 chave de uma alavanca e 3 fios conectores (ver Apêndice B).

Figura 2 – Exemplo de Circuito Elétrico Simples.



Fonte: harvigit (2021). Acesso: https://www.istockphoto.com/br/vetor/simples-circuito-el%C3%A9trico-em-fundo-branco-gm660625188-120453611?utm_source=pixabay&utm_medium=affiliate&utm_campaign=SRP_illustration_sponsored&utm_content=http%3A%2F%2Fpixabay.com%2Fpt%2Fillustrations%2Fsearch%2Fcircuito+eletricos%2F&utm_term=circuito+eletricos.

Faça a montagem do circuito e demonstração e em seguida, uma exposição oral e dialogada e um debate sobre o tema. Apresente alguns objetos, vídeos, livros, textos, etc. para que os alunos vejam no seu cotidiano situações que envolvem o tema estudado. Na etapa seguinte, como os alunos já possuem um embasamento teórico sobre Circuitos Elétricos Simples, os mesmos passarão a etapa de montagem de circuitos.

Vale destacar a necessidade do professor de listar para os grupos os materiais para as montagens do Circuitos Elétricos Simples com Pilhas de Limão.

5.3 Etapa 3 (2 aulas)

Objetivo:

Nessa etapa os alunos montarão o “Circuito Elétrico com Pilha de Limão”, socializarão, na prática, os conhecimentos estudados na teoria, contribuindo assim para o processo de ensino e aprendizagem. Continuando, deverão ser observadas algumas habilidades específicas dos alunos durante a montagem, por exemplo: liderança, comunicação, organização, planejamento, etc. Nessa oportunidade poder-se-á evidenciar a interdisciplinaridade entre os componentes de Física e Química. O professor do componente de Química deverá estar presente em sala, juntamente com o professor do componente de Física, ajudando-o, interagindo com os alunos na

montagem do circuito e explicando o funcionamento da pilha de limão constante no mesmo. A interdisciplinaridade será feita através da relação entre a condução dos elétrons no circuito simples e o funcionamento da pilha de limão.

As vantagens dessa atividade surgem uma vez que os alunos poderão pôr a “mão na massa”, isto é: poderão realizar prática e debater sobre os conteúdos teoricamente, ou seja, oportunizarão uma aprendizagem potencialmente Sócio Interacionista.

5.3.1 Atividade Experimental

Nesta atividade serão montados os circuitos elétricos (Circuito Simples com Pilhas de Limão) pelos grupos e ao longo da montagem o professor poderá fazer as intervenções que julgar necessárias em relação aos componentes e à própria montagem do circuito.

A montagem pode ser organizada na seguinte sequência: o líder será responsável em motivar e organizar o grupo; o organizador será o responsável de organizar os componentes do circuito de forma sequencial, etapa por etapa e o montador vai montar o circuito de acordo com a sequência previamente definida. Nessa montagem e análise do circuito ocorrerão interações do professor com os alunos e entre os próprios alunos, sendo que os grupos irão fazer um relatório da experiência para ser entregue posteriormente ao professor. O relatório de cada grupo será feito com a participação de todos os seus componentes e por último será apresentado para a turma pelo comunicador. O objetivo então é que todos os componentes do grupo participem ativamente das atividades e que eles sejam protagonistas na montagem do experimento e na preparação do relatório.

5.4 Etapa 4 (2 aulas)

Esta etapa tem como objetivo oportunizar que os alunos exponham as atividade através de breve apresentação, dos relatórios elaborados por eles. Logo após será feita a aplicação do Questionário 2 previamente elaborado, que vai servir também como critério de avaliação.

Nesta subseção serão desenvolvidas as seguintes atividades:

i - Será apresentado o relatório de atividades pelo comunicador de cada grupo em um intervalo de tempo, de no máximo 50 minutos para socialização do mesmo;

ii - Logo após a apresentação, será entregue o questionário previamente elaborado, para cada aluno responder individualmente, com um intervalo de tempo de 50 minutos para isto e devolver para o professor ao final da aula (ver sugestão de questionário no Apêndice C).

6. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE

A avaliação do aluno será realizada durante todas as etapas de aplicação da SD, observando-se a participação do mesmo, o seu interesse, as etapas cumpridas, o relatório apresentado e as respostas dos questionários.

O professor realizará uma análise qualitativa e uma reflexão do que foi internalizado pelos alunos, dos conceitos estudados durante todas as etapas da SD.

Alguns aspectos a serem observados na avaliação serão: as competências e habilidades da BNCC alcançadas e outras, comparando as respostas do questionário inicial que foi aplicado na Etapa 1 com as respostas do questionário final aplicado na Etapa 4. Deverão ser observados agora alguns aspectos para análises de sua avaliação, quais sejam: o avanço em seus conceitos e no processo de ensino e aprendizagem, bem como, se houve aprendizagem potencialmente Sócio Interacionista.

7 APÊNDICES

Nesta sessão apresentaremos os apêndices relacionados a esta Sequência Didática (SD).

7.1 Apêndice A - Sugestão de Questionário (Inicial)

Questões:

i - Já ouvimos falar de circuito de Fórmula 1, circuito de bicicleta, etc. Você já ouviu falar de circuito elétrico? Se já o que você entende por circuito elétrico (com suas palavras)?

ii - Você consegue identificar algum circuito elétrico em sua casa? Faça uma lista de objetos que funcionam com os princípios dos circuitos elétricos.

iii - O que você entende por uma solução?

iv - O que é uma solução eletrolítica?

7.2 Apêndice B – Circuitos Elétricos Simples

Nesta sub sessão apresentaremos os materiais necessários e como proceder a montagem de um circuito elétrico simples.

Materiais Necessários:

- 2 pilhas de 1,5 Volts, como exemplificadas na Figura 3;
- 3 fios elétricos (condutores) de cobre de aproximadamente 15 cm;
- 1 Led (Diodo Emissor de Luz) ou lâmpada de 1,5 Volts.
- Fita adesiva.

Figura 3 - Pilhas comerciais comuns de 1,5V.



Fonte: Pixabay (2021). Acesso em: <https://pixabay.com/pt/photos/bateria-pilhas-alcaldas-cobrar-4909974/>

Procedimentos de montagem do circuito elétrico simples:

- Conectar dois fios (condutores) nos polos positivo e negativo de duas pilhas secas associadas em série. Fazer de acordo com a Figura 4.

Figura 4 – Exemplo de condutores conectados nos polos positivo e negativo de duas pilhas associadas em série.



Fonte: Harvigit (2021). Acesso: <https://www.istockphoto.com/br/vetor/simples-circuito-el%C3%A9trico-em-fundo-branco-gm660625188->

120453611?utm_source=pixabay&utm_medium=affiliate&utm_campaign=SRP_illustration_sponsored&utm_content=http%3A%2F%2Fpixabay.com%2Fpt%2Fillustrations%2Fsearch%2Fcircuito+eletricos%2F&utm_term=circuito+eletricos

ii - Conectar os fios condutores que foram conectados às pilhas, nos conectores do LED ou na lâmpada, de acordo com a Figura 5.

Figura 5 – Exemplos de circuito elétrico com chave aberta.



Fonte: Arquivo fotográfico produzido pelo autor.

Observações:

- Lembrar da polarização do LED, onde a “perna” maior é polo positivo e a “perna” menor é polo negativo. É importante que a polarização correta seja preservada na montagem do circuito.
- O ideal seria colocar um resistor em um dos terminais para proteger o LED, evitando assim a sua queima.
- Com a lâmpada não teremos esse problema de polaridade e não se faz necessário a inclusão do resistor no circuito.
- o uso de uma chave interruptora é opcional, uma vez que poderemos conectar os fios diretos na lâmpada ou no LED, como pôde ser percebido na Figura 7.

7.3 Apêndice C - Sugestão de Questionário (Final)

Este questionário deverá ser aplicado após a aplicação da SD.

Questões:

i - Já ouvimos falar de circuito de Fórmula 1, circuito de bicicleta, etc. O que você entende por circuito elétrico (com suas palavras)?

- ii - O que você entende por uma solução iônica?
- iii - As soluções iônicas conduzem corrente elétrica? Explique.
- iv - O que você entende por solução eletrolítica?
- v - Baseado no experimento do Circuito Elétrico feito com “Limão”, defina com suas palavras um circuito elétrico simples e enumere os seus elementos constituintes.
- vi - Descreva o processo de funcionamento de uma pilha.
- vii - Há diferença entre um Circuito Elétrico Simples padrão e aquele construído com “Pilhas de Limões”? Por que?
- viii – De exemplos de circuitos elétricos que você encontra em sua casa, na rua, no comércio e em outros lugares e compare com Circuito Elétrico Simples.
- ix - Baseado nos estudos realizados na SD, o que você entende por oxirredução.

7.4 – Apêndice D – Circuito Elétrico com Pilhas de Limão

Nesta sub sessão apresentaremos os materiais necessários e como proceder a montagem do circuito com pilhas de limão.

Materiais Necessários:

- 2 Limões (novos);
- 2 Placas de cobre (pode ser uma moeda de 5 centavos de cobre bem limpa com uma palha de aço);
- 2 Placas de zinco (pode ser um parafuso de zinco que também deverá ser bem limpo com uma palha de aço);
- 5 Fios elétricos condutores de cobre de aproximadamente 20cm;
- 2 Fios elétricos condutores de cobre com garras de jacaré de aproximadamente 30 cm (é encontrado em lojas de componentes eletrônicos). Se você não conseguir as garras de jacaré, os fios de cobre são suficientes.
- 1 Estilete para cortar o limão permitindo inserir os parafuso e a moeda;
- 1 Calculadora ou relógio digital;
- 1 multímetro (opcional), pode ser comprado em lojas de componentes eletrônicos;

Procedimentos:

- i - Colocar nos dois limões uma placa de cobre e uma placa de zinco (os metais não devem se tocar), conforme Figura 6. A placa de cobre poderá ser uma moeda de 5 centavos (perfeitamente limpa) e a placa de zinco, um parafuso deste material (também perfeitamente limpo), conforme a Figura 6.

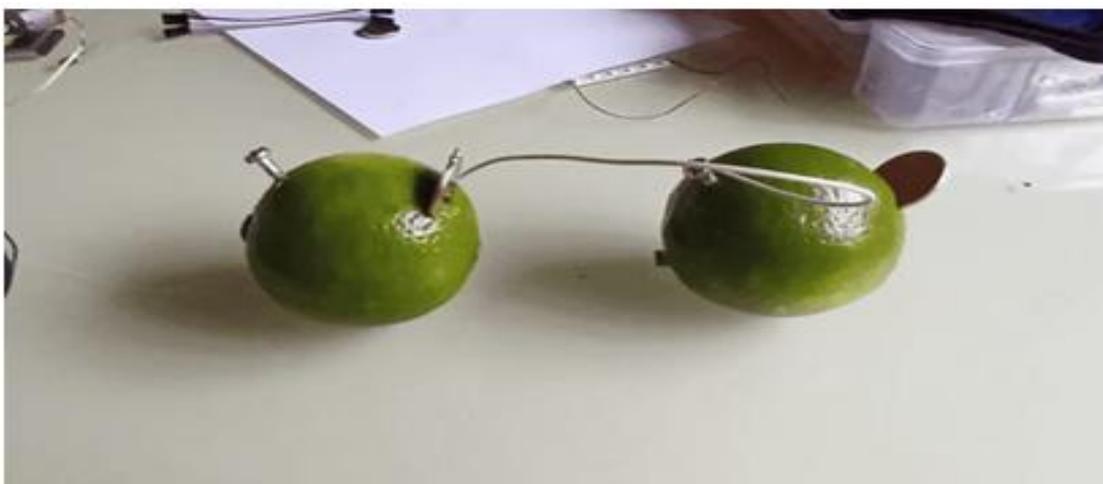
Figura 6. Exemplo de Pilha de limão.



Fonte: Arquivo fotográfico produzido pelo autor.

ii - Montar as conexões de forma que as duas pilhas de limões fiquem associadas em série, ou seja, polo negativo (parafuso de zinco) de uma pilha de limão ligado com o polo positivo (moeda de cobre) da segunda pilha de limão, de acordo com a Figura 7.

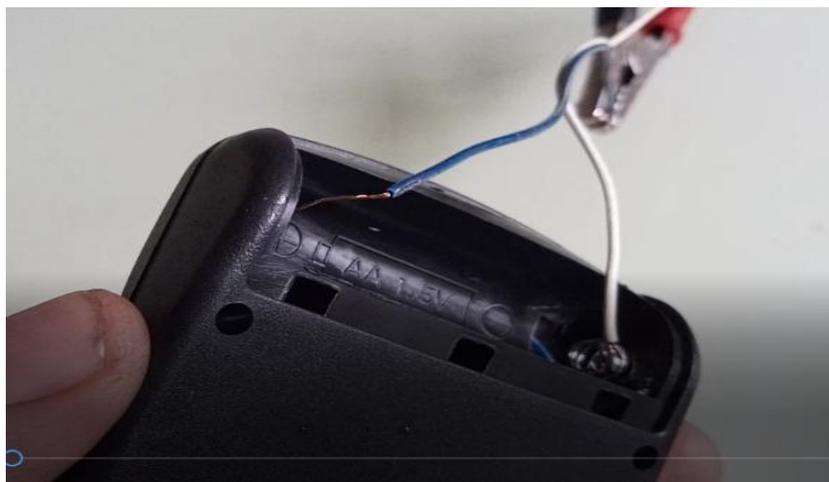
Figura 7. – Exemplo de Pilha de limões ligados em série.



Fonte: Arquivo fotográfico produzido pelo autor.

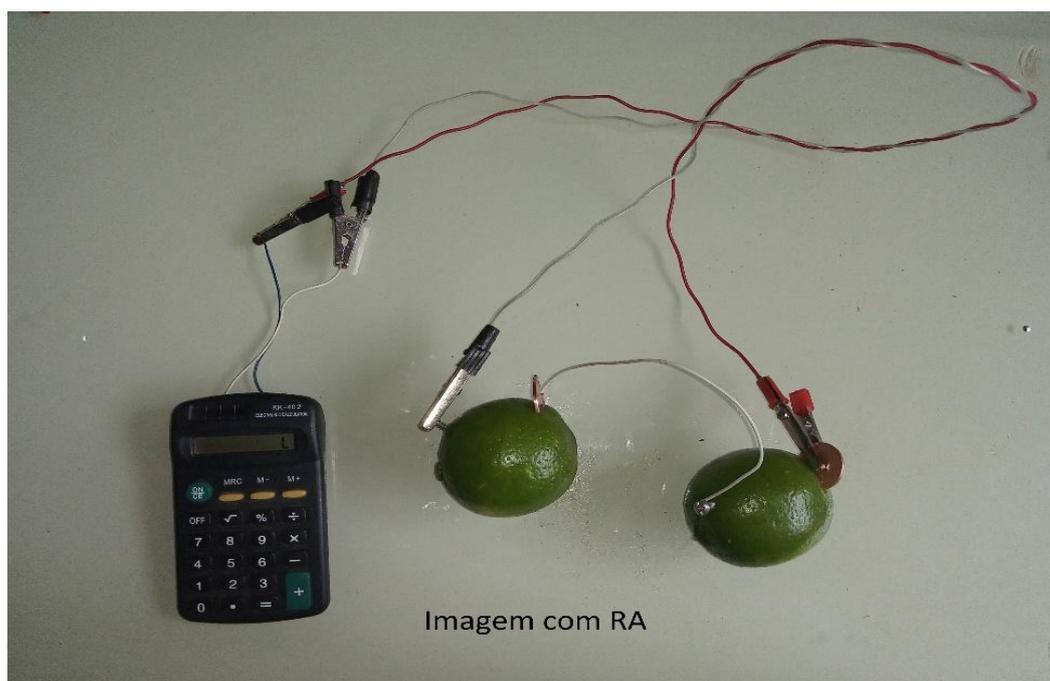
iii – A partir da bateria de limões, conectar dois fios de cobre aos polos positivo e negativo de uma calculadora conforme as Figuras 8 e 9;

Figura 8 – Exemplo de condutores de Cobre conectados à Calculadora.



Fonte: Arquivo fotográfico produzido pelo autor.

Figura 9. Exemplos de pilhas de limões ligadas com a Calculadora.



Fonte: Arquivo fotográfico produzido pelo autor.

iv - Ligar a Calculadora e observar se a mesma funciona.

Observações:

-Pode-se realizar esse experimento ligando vários limões em série. Quanto mais limões forem colocados, maior será a intensidade da corrente elétrica. Alternativamente, poderemos usar o Multímetro como um Amperímetro, na escala

apropriada, para medir corrente elétrica, devendo este mostrar a intensidade de corrente elétrica que estará percorrendo o circuito.

REFERÊNCIAS:

Pilha de Limão. Disponível em: http://cienciaemcasa.cienciaviva.pt/pilha_limao.html. Acesso em: 16 de março de 2021. **Pilha de Limão.**

Disponível em: http://cienciaemcasa.cienciaviva.pt/pilha_limao.html. Acesso em: 03 de março de 2021.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. "**Circuito Simples**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/circuito-simples.htm>. Acesso em: 03 de março de 2021.

MEIRELLES, Elisa. **Como organizar sequências didáticas.** Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1493/como-organizar-sequencias-didaticas>. Acesso em: 24 fev. 2021.

GUEDES, Ivan Claudio. **O que é sequência didática.** Disponível em: <https://www.icguedes.pro.br/sequencia-didatica-passo-a-passo/>. Acesso em: 24 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC/SEB, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 03 abr. 2021

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "**O que é uma solução química?**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-uma-solucao-quimica.htm>. Acesso em: 28 de nov. 2021.

HARYIGIT. **Circuito elétrico que mostra o interruptor aberto usando uma ampola e baterias.** Disponível em: https://www.istockphoto.com/br/vetor/simples-circuito-el%C3%A9trico-em-fundo-branco-gm660625188120453611?utm_source=pixabay&utm_medium=affiliate&utm_campaign=SRP_illustration_sponsored&utm_content=http%3A%2F%2Fpixabay.com%2Fpt%2Fillustrations%2Fsearch%2Fcircuito+eletricos%2F&utm_term=circuito+eletricos. Acesso em: 01 de fev. 2022.

Exemplos de pilhas comerciais comuns. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/bateria-pilhas-alcaldas-cobrar-4909974/>. Acesso em: 01 de fev. 2022.