

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

ANDRÉ FELIPE ASTROGILDO DE LIMA

KIT ELETRICIDADE PRÁTICA: UMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA POR  
MEIO DA APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO

PONTA GROSSA

2021

ANDRÉ FELIPE ASTROGILDO DE LIMA

KIT ELETRICIDADE PRÁTICA: UMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA POR  
MEIO DA APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Polo 35 do MNPEF, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio da Costa Saab

PONTA GROSSA  
2021

L732 Lima, André Felipe Astrogildo de  
Kit eletricidade prática: uma abordagem construtivista por meio da  
aprendizagem por investigação / André Felipe Astrogildo de Lima. Ponta Grossa,  
2021.  
132 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física - Área de  
Concentração: Física na Educação Básica), Universidade Estadual de Ponta  
Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio da Costa Saab.

1. Kit Eletricidade. 2. Aprendizagem por investigação. 3. Experimentação. 4.  
Aprenda fazendo. I. Saab, Sérgio da Costa. II. Universidade Estadual de Ponta  
Grossa. Física na Educação Básica. III.T.

CDD: 530.1



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - <https://uepg.br>

**TERMO  
DE APROVAÇÃO**

**ANDRÉ FELIPE ASTROGILDO DE LIMA**

“KIT ELETRICIDADE PRÁTICA: UMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA POR MEIO DA APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO.”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Ponta Grossa, 04 de fevereiro de 2022.

Membros da Banca:

Dr. Sérgio da Costa Saab - (UEPG) – Presidente

Dr. Luiz Américo Alves Pereira - (UEPG)

Dra. Hercília Alves Pereira de Carvalho - (UFPR/JANDAIA DO SUL)

Dra. Hatsumi Mukai (MNPEF-UEM)



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Americo Alves Pereira, Professor(a)**, em 07/02/2022, às 09:29, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Sergio da Costa Saab, Professor(a)**, em 03/03/2022, às 23:49, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Hatsumi Mukai, Usuário Externo**, em 04/03/2022, às 15:33, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Hercília Alves Pereira de carvalho, Usuário Externo**, em 09/03/2022, às 10:34, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Aparecida Telles, Secretário(a)**, em 29/03/2022, às 14:03, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **0863288** e o código CRC **CA48189F**.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de estudar, idealizar e testar projetos desse estilo que podem vir a ser um pequeno parafuso numa engrenagem rumo a uma educação prazerosa, objetiva e efetiva.

Agradeço demais a toda minha família, à minha esposa pela paciência de me aguentar quando eu já não aguentava mais as burocracias de um mestrado. À minha mãe pelas cobranças que em praticamente todas as ligações me perguntava: E o mestrado? Já fez? Já terminou?

Agradeço ao restante da família pela compreensão, e dedico esse mestrado ao meu pai que não pode ver esse momento, mas que foi uma parte essencial para que hoje eu tenha a garra e a vontade de concluir algo desse tamanho.

Sou grato demais ao meu orientador, que com paciência e mansidão conseguiu mudar totalmente o rumo do meu projeto inicial, o levando para um caminho ainda melhor. Que entendeu meu momento profissional e me deu espaço para desenvolver e evoluir no meu tempo.

Agradeço também aos meus alunos que compraram a ideia, e deram sentido a todas as atividades: foi um prazer compartilhar parte da jornada da vida com vocês!

Também agradeço ao MNPEF e à Sociedade Brasileira De Física por disponibilizar o programa, pensando no professor que não tem condições de desistir de aulas para fazer um mestrado. Os horários, a proposta e o polo foram perfeitos nesse sentido profissional.

E finalmente, agradeço aos meus colegas e professores do mestrado por todas as discussões, aprendizado, churrascos e ideias. Vocês tornaram esse tempo num tempo de reflexão e atitude em relação à educação.

Que homem que sendo homem, não luta por um mundo melhor...

(A cruzada)

## RESUMO

Não é de hoje que se percebe, embora a física goze de bastante prestígio perante a sociedade, que a aceitação perante os alunos é uma das piores quando comparado com outros componentes curriculares do Ensino Médio. Porém, olhando a história da educação, nada foi tão presente e efetivo, mesmo nas diferentes revoluções tecnológicas, como a experimentação. A experimentação é flexível: pode ser utilizada em aulas lúdicas, em pesquisas científicas, bem como em projetos de aprendizagem por investigação. Nessa prerrogativa, surge a ideia de desenvolver um *KIT* de eletricidade prática, que seja de fácil construção e utilização, que seja efetivo em relação as competências e habilidades propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio, e que seja visualmente interessante. O objetivo desse trabalho é apresentar um produto ancorado em um conceito construtivista de ensino, amparado pelas ideias de John Dewey e David Ausubel. Também utilizá-lo em uma sequência didática, como alternativa para o ensino de circuitos elétricos, por meio de uma metodologia ativa de ensino chamada de *Inquiry based learning* (IBL), aprendizagem por investigação. IBL é um método de ensino centrado no aluno, com foco na descoberta do conhecimento, onde o professor se torna um facilitador e motivador dessa descoberta. Esse trabalho dá ao aluno a oportunidade de descobrir, por meio da interação com os seus colegas e com o professor, conceitos fundamentais da eletrodinâmica.

**Palavras-Chave:** Aprendizagem por investigação. Circuitos elétricos. *KIT* eletricidade. Experimentação. Aprenda fazendo.

## ABSTRACT

It is not from today that is possible to realize that despite the prestige that physics receive from society, the students - generally speaking - are not much receptive to it. It is actually considered by them one of the most difficult subjects in high school. However, looking to the education history, nothing has been more effective and present as experiments - even in the different technological revolutions. Experimentation is flexible: it can be used in playful classes, in scientific research, and in inquiry-based learning projects. Following this way of thinking, the idea was born: to develop a practical electrical kit, easy to build, and effective concerning the skills and abilities suggested by Brazilian National Common Curriculum basis (BNCC) to high school, and visually interesting. This dissertation aims to present a product anchored in a constructivist teaching concept, supported by the ideas of John Dewey and David Ausubel. And use it in a sequence as an alternative of electrical circuits teaching, through a teaching active methodology known as Inquiry Based Learning (IBL). This is a teaching method focused on the student knowledge discover, in which the teacher becomes someone that is there to guide and motivate the discoveries of the students. This proposal allows the students to have the opportunity of discovering, interacting with other students and the teacher, and discover by himself the fundamental electrodynamics concepts.

**Keywords:** IBL. Inquiry based learning. Electrical circuits, electricity kit. Experimentation. Learning by doing.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Arte tinkering de um robô desenhista feito com sucata .....	19
Figura 2: Imagem fotográfica de exemplos de KIT's de circuitos elétricos. ....	22
Figura 3: Exemplo de gráfico de um resistor ôhmico, em que a tensão elétrica, (ou ddp) $U$ , se relaciona com a corrente $i$ através de um segmento de reta passando pela origem dos eixos. ....	27
Figura 4: (a) Imagem de resistores comerciais de diferentes valores de resistência, (b) imagem de uma resistência utilizada em chuveiros elétricos. ....	28
Figura 5: Representação de um circuito com associação em série de resistores. $U$ representa a ddp da bateria e $i$ a corrente elétrica que passa pelo circuito. ....	29
Figura 6: Desenho esquemático de um circuito simplificado, no caso, da resistência equivalente.....	29
Figura 7: Representação de um circuito com associação em paralelo de resistores.....	29
Figura 8: Representação de um circuito com associação mista de resistores .....	31
Figura 9: Desenho esquemático da representação de um gerador real .....	32
Figura 10: Representação de um gerador em curto .....	33
Figura 11: Representação em um circuito de geradores em série .....	33
Figura 12: Representação em um circuito de geradores em paralelo .....	34
Figura 13: Imagem fotográfica de multímetro digital.....	35
Figura 14: Representação gráfica do multímetro (a) na escala de Ampère para medida de corrente, e (b) na escala de Volts para medida de tensão.....	35
Figura 15: Desenho esquemático indicando um multímetro na escala Ampère ligado em série no circuito, posicionado para medir a corrente que passa pelo resistor $R_2$ .....	35
Figura 16: Desenho esquemático indicando um multímetro na escala Volts, ligado em paralelo no circuito, posicionado para medir a diferença de potencial no resistor $R_2$ .....	36
Figura 17: Representação de um circuito com a ponte de Wheatstone .....	36
Figura 18: Cada aluno percorre um caminho individual até chegar no ponto final pré-definido pelo professor. ....	39
Figura 19: Imagem fotográfica apresentando o local de realização das atividades, foram feitos 5 nichos com partes do <i>KIT</i> eletricidade. ....	41
Figura 20: Imagem fotográfica de madeira Pinus ou MDF 100 x 85 x 15 mm .....	42
Figura 21: Cabos / Garra jacaré.....	42
Figura 22: Suporte para pilhas com capacidade de 1, 2, 3 e 4 pilhas 1,5 V.....	42
Figura 23: Motores elétricos com e sem elementos acoplados .....	43
Figura 24: Mini lâmpadas de 3V .....	43
Figura 25: Led RGB.....	44
Figura 26: Chaves/interruptores diversos.....	44
Figura 27: Trilho de Leds tirado de sucata e Bússola.....	45
Figura 28: Potenciômetro .....	45
Figura 29: Imagem fotográfica de <i>Buzzers</i> de tamanhos diversos 3V e 6V. ....	45
Figura 30: Partes mecânicas retiradas de brinquedos que não eram mais utilizados. ....	46
Figura 31: Registro dos alunos utilizando o KIT na primeira etapa de desenvolvimento do trabalho.....	48
Figura 32: Registro de um aluno utilizando um multímetro para medir tensão nas pilhas utilizadas no circuito .....	49
Figura 33: Exemplo de uma das folhas de desafios entregue aos alunos como um modo de avaliação constante e como um parâmetro para autoavaliação. Foi utilizada nas duas primeiras aulas. ....	50
Figura 34: Registro fotográfico de um aluno explorando o funcionamento do multímetro. ...	57

Figura 35: Registro fotográfico dos alunos usando o multímetro para medir corrente, resistência e tensão em um circuito simples.....	58
Figura 36: Cópia da lista de desafios repassada aos alunos para utilização do multímetro e a prática de circuitos. ....	58
Figura 37: Registro fotográfico de circuitos feito pelos alunos seguindo o desafio 2. ....	59
Figura 38: Circuitos mistos dados como exercícios para os alunos na nona aula. ....	60
Figura 39: Circuito feito na prática seguindo o modelo (a) da figura 38.....	61
Figura 40: Representação de uma Ponte de Wheatstone .....	62
Figura 41: Registro fotográfico de alunas no quadro desenhando um dos desafios antes de tentar montar o circuito na prática .....	64

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 PROBLEMÁTICA</b> .....	12
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	14
3.1 A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO.....	14
3.2 A VISÃO DEWEYANA.....	15
3.3 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	15
3.4 IBL - APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO.....	17
3.5 A INFLUÊNCIA DA ARTE <i>TINKERING</i> .....	19
3.6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
<b>4 CONCEITOS ABORDADOS</b> .....	25
4.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE A ELETRODINÂMICA.....	25
4.2 RESISTORES.....	27
4.2.1 Associação de Resistores.....	28
4.2.1.1 Resistores em série.....	28
4.2.1.2 Resistores em paralelo.....	29
4.2.1.3 Resistores em paralelo com mesma resistência.....	30
4.2.1.4 Para o caso de dois resistores com resistências diferentes.....	31
4.2.1.5 Associação mista.....	31
4.3 GERADORES.....	31
4.3.1 Curto-circuito.....	32
4.3.2 Associação de Geradores.....	33
4.4 MEDIDORES ELÉTRICOS.....	34
4.5 PONTE DE WHEATSTONE.....	36
<b>5 APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA</b> .....	38
5.1 OS OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM.....	38
5.2 PROPOSTA DE AVALIAÇÃO.....	39
5.3 LOCAL ONDE O PROJETO FOI DESENVOLVIDO.....	40
5.4 O <i>KIT</i> ELETRICIDADE.....	41
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	51
6.1 AVALIAÇÃO PRÉVIA.....	51
6.1.1 Análise Qualitativa da Avaliação Prévia.....	53
6.2 ANÁLISE SOBRE AS DUAS PRIMEIRAS AULAS.....	54
6.3 ANÁLISE SOBRE AS AULAS TRÊS, QUATRO E CINCO.....	56
6.4 ANÁLISE SOBRE AS AULAS SEIS, SETE E OITO.....	57
6.5 ANÁLISE DAS AULAS NOVE ATÉ A DÉCIMA SEGUNDA.....	60
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	67
<b>APÊNDICES</b> .....	70

## 1 INTRODUÇÃO

Em meio a tantas mudanças ocorridas na sociedade, seja no âmbito social, tecnológico ou educacional, o Brasil ainda se encontra em situação preocupante em se tratando de educação científica e desenvolvimento de competências e habilidades nos alunos, essenciais para o crescimento de uma nação. Isso é evidenciado pelos resultados em *rankings* mundiais de avaliação dos estudantes como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), por exemplo, onde o Brasil ocupa 63<sup>a</sup> posição em Ciências em um universo amostras de 70 países, segundo dados de 2016.

As reformas educacionais recentes, como a implantação da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio, homologada em dezembro de 2018 (BRASIL, 2018), clama por uma mudança na perspectiva pedagógica e tem como um dos objetivos formar estudantes com habilidades e conhecimentos considerados essenciais para o século XXI. Sendo assim, o como conseguir a atenção e o interesse do aluno e o “Como Ensinar”, de modo que o aluno tenha uma aprendizagem significativa, passa a ser uma questão recorrente no cotidiano dos professores.

Nessa prerrogativa, o objetivo desse trabalho é apresentar um produto e utilizá-lo em uma sequência didática, como alternativa para o ensino de circuitos elétricos, através de uma metodologia ativa de ensino chamada de *Inquiry based learning* (IBL), aprendizagem por investigação. A IBL é um método de ensino centrado no aluno, com foco na descoberta do conhecimento, onde o professor se torna um facilitador e motivador dessa descoberta. (Yoshinobu, 2021)

De forma sucinta, a elaboração do *KIT* de eletricidade apresentado nesse trabalho dá oportunidade para o aluno descobrir, no seu tempo e por meio da interação com seus colegas, conceitos como: o que é um circuito, corrente elétrica, diferença de potencial, circuitos em série e paralelo entre outros.

O *KIT* consiste em pequenas bases de madeira, onde estão acoplados diversos materiais elétricos e eletrônicos, como mini lâmpadas, *leds*, motores elétricos, potenciômetros, interruptores, suporte para pilhas, *buzzers*, entre outros materiais. Todos esses dispositivos podem ser conectados facilmente por meio de cabos jacaré. O *KIT* foi feito de maneira tal que trinta alunos de uma turma possam interagir entre si e trocar componentes para montar diversos circuitos com graus de dificuldades diferentes.

Alguns desafios foram pensados com o intuito de sempre estimular o aluno a pensar em como resolvê-lo na prática da maneira mais eficiente. A proposta foi realizada em 12 aulas de 50 minutos, e tinha como intenção trazer uma proposta prática para o ensino das leis de Ohm e circuitos elétricos.

A fundamentação utilizada para a estruturação do método aqui utilizada são baseadas em ideias cognitivistas/humanistas de Ausubel e Dewey, e na visão da aprendizagem significativa de Marco Antonio Moreira (MOREIRA, 1999).

Conforme Moreira, corroborando a visão de Ausubel, “A aprendizagem significativa subjaz à integração construtiva entre pensamento, sentimento e ação que conduz ao engrandecimento humano.” (MOREIRA, 2000, p. 43). Essa motivação, levando em consideração um conteúdo muitas vezes encarado como difícil pelos alunos, é o objetivo do presente trabalho.

## 2 PROBLEMÁTICA

Não é de hoje que se ouve relatos sobre desmotivação em sala de aula, sobre as dificuldades no ensino e o desinteresse dos alunos quanto a aprendizagem do extenso conteúdo proposto pelo currículo. Não é de hoje que se percebe que, embora a física goze de bastante prestígio perante a sociedade, a aceitação perante os alunos, de forma geral, é uma das piores quando comparado com outras componentes curriculares do ensino médio.

Os motivos são variados e não cabe a esse trabalho discuti-los, mas um dos fatores que influenciam para a má “fama” da Física é a postura de muitos professores frente a turma ao tentar dar significado para o conteúdo ministrado. O professor por meio de sua ação pode formar simpatias ou antipatias em relação a determinados conteúdos e isso depende, em grande medida, da sua própria relação com o conteúdo que ele ensina” (SANTOS, 1997, p. 254). Nesse contexto, vê-se a eletricidade como um dos conteúdos com maior potencial prático e extrema importância no cotidiano dos alunos, sendo considerado muitas vezes uma das partes mais difíceis do currículo.

Trabalhando muitos anos como professor de Física e, em especial, com o conteúdo de Eletromagnetismo, foi possível perceber as dificuldades que os alunos encontram em entender e articular os conceitos envolvidos nesse conteúdo disciplinar. A confusão na percepção de diferenças principalmente entre tensão e corrente elétrica é muito grande. As concepções que os alunos carregam dificultam novos entendimentos e eles acabam ‘vendo o que pensam e não o que deve ser visto’. Pode-se dizer também que a linguagem do dia a dia não colabora para a aquisição de novos conceitos científicos. (MOREIRA, L. P., 2014, p. 19).

A prática na eletricidade, muitas vezes mais do que em outros conteúdos de física do ensino médio, traz a possibilidade da liberdade de criação e do erro como potenciais ajudantes no processo ensino aprendizagem. Por isso, o presente trabalho tem o objetivo de mostrar, por meio de algumas práticas elaboradas, dentre várias já disponíveis na literatura, uma série didática potencialmente significativa de ensino para professores de ensino médio e fundamental II, envolvendo um *KIT* experimental de fácil acesso, uma prática focada na liberdade de ação e raciocínio do aluno, além de algumas doses de incentivo para que o estudante seja motivado a ir além do que está sendo discutido em sala. O produto em questão foi desenvolvido com base em duas competências gerais da BNCC (BRASIL, 2018), são elas:

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

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as

escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018)

E ainda duas habilidades específicas das ciências da natureza, são elas:

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

(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos. (BRASIL, 2018)

O *KIT* eletricidade vem ao encontro das duas competências citadas no sentido de mostrar na prática o funcionamento de dispositivos extensamente utilizados no cotidiano. Como não é uma prática totalmente guiada, o aluno tem a possibilidade, usando a abordagem do próprio método científico e instigando a reflexão, de fazer diferentes conexões com o material: vendo se dá certo ou errado, investigando o funcionamento de materiais que muitos deles nunca viram e interagindo com os colegas para novas ideias e formulando novas maneiras de chegar ao objetivo.

O entendimento de conceitos científicos no ensino médio de forma prática traz autoridade ao aluno: ele não mais discursa quando necessário sobre objetos distantes que nunca viu, mas de conceitos que ele(a) já utilizou na prática. Isso traz segurança e conhecimento para disseminar informações corretas, incentivo para produzir conhecimento e ainda protagonismo no seu dia a dia na hora de resolver algum problema prático, de casa por exemplo, que envolva tais conceitos.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO

Desde a origem das investigações científicas do mundo natural com os gregos na antiguidade, a experimentação se tornou crucial para o desenvolvimento da ciência. O método científico inicialmente proposto por Descartes, com sua obra “Discurso do Método” no século XVI, estimula o desenvolvimento de um espírito crítico e racional. O método em si, como coloca Cervo e Bervian (1978), é uma ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir um dado fim ou um resultado desejado. Em se tratando de educação em ciências, na Física mais especificamente, essa ordem não precisa ser a mesma para todos os estudantes, os jovens são resultados de suas experiências e aprendem de formas diferentes (BENCINI, 2003).

Olhando para a história da educação, vê-se diferentes maneiras e tecnologias chegando às salas de aula, cada uma a seu tempo, ditas revolucionárias, que ajudaram a chegar no que é encontrado hoje. Uma dessas tecnologias foi a criação da impressão, que depois de 1450 possibilitou que grandes volumes de textos fossem copiados e distribuídos pelo mundo. Isso foi uma revolução também na educação.

Essa revolução foi sucedida pelo desenvolvimento das técnicas de litogravura em 1796 e pela fotografia no início do século XX. Depois disso, veio a invenção do cinema em 1890, do rádio em 1921, e da televisão que permitia a pessoas verem vídeos mais baratos do que no cinema (MULLER, 2008). Logo vieram computadores, *dvd's*, e a *internet*, até chegar no hoje, em que sites como YouTube, atingem mais de dois bilhões de visualizações por dia (SHIELS, 2010). Cada tecnologia, no seu tempo devido, veio como uma revolução para a educação, e embora praticamente todas ainda sejam de extrema importância para educação, não há nenhuma tão abrangente e tão presente na história quanto a experimentação.

Embora o termo “experimentação” possa ser usado de várias formas diferentes na literatura, como práticas de laboratório, ou experimentos científicos, é importante colocar que o termo experimentação, ao longo desse trabalho, denota o processo de realização de experimentos. Experimentos estes que não necessariamente requerem laboratórios ou um passo a passo delimitado, em concordância ao previsto na PCN+, que informa:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (BRASIL, 2002, p. 84).



Hoje se faz imprescindível que o professor de Física conecte o conhecimento teórico com a prática experimental, visando estimular o interesse dos alunos pelo conteúdo, além de promover um ambiente propício à aprendizagem significativa.

### 3.2 A VISÃO DEWEYANA

O presente trabalho utilizou como uma das pedras fundamentais para o desenvolvimento e aplicação do produto os pensamentos do filósofo estadunidense John Dewey (1859 - 1952) que coloca a experimentação como processo fundamental para toda e qualquer área, na educação.

Para Dewey, a aprendizagem é uma prática social fundamentada na ação. As crianças não chegam na escola como uma folha em branco, e sim como uma consciência intensamente ativa e a incumbência da educação é assumir a atividade e orientá-la (DEWEY, 1899, p. 25).

Influenciado pelo empirismo, Dewey chamou atenção para a capacidade crítica do aluno e relação estreita entre a teoria e a prática. Toda teoria vem de uma prática social, seja de questionamentos e análise de evidências, seja com a experimentação propriamente dita. Essa prática deve ser incentivada em sala de aula, pois quando o aluno entende a razão pela qual tem de adquirir certo conhecimento, ele terá grande interesse em adquiri-lo. Sendo assim, os livros e a leitura passam a ser apenas ferramentas. (MAYHEM; EDWAEDS, *apud*, p. 26).

A metodologia de Dewey, generalizando para todas as áreas da educação, se baseia na proposição de um problema, onde o aprendiz poderá interagir com seus colegas e com o meio, ele levanta informações, articula hipóteses e desenha soluções ou conclusões, tendo o professor como um agente organizador e facilitador desse processo.

### 3.3 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Embora reconheça a importância da experiência afetiva, David Paul Ausubel, psicólogo da educação estadunidense (1918-2008), oferece sua explicação teórica para o processo de aprendizagem a partir de uma ótica cognitivista. O cognitivismo é uma corrente da psicologia que estuda a relação entre a mente e o conhecimento, e procura perceber de que forma o indivíduo entende a realidade e aprende. Para Ausubel, a aprendizagem é uma forma de estrutura na qual a organização e a integração do conhecimento se processam (1968, p. 37-39).

A ideia central de sua teoria é o conceito de aprendizagem significativa. Para que esse tipo de aprendizagem aconteça, é necessário que o novo conhecimento ou informação a ser adquirida pelo aprendiz se ancore em uma ideia já existente na sua estrutura cognitiva. Define-se estrutura cognitiva como o todo o conhecimento ou informação enraizado no cognitivo do aprendiz. A ideia pre-existente na estrutura cognitiva do aprendiz que serve de ponto de ancoragem para novas informações é chamado de subsunçor.

Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular mais importante que influencia na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos. (AUSUBEL, 1968, p. 31)

Segundo Ausubel, quando ocorre essa ancoragem e o aluno começa a refletir sobre o novo conteúdo, ela ganha significado e acaba por tornar mais complexo o subsunçor (AUSUBEL, 1968). É importante que o professor perceba os subsunçores existentes nos seus alunos antes de começar um novo conteúdo. O uso do *KIT* de eletricidade, como será visto adiante, permite o professor perceber por meio da prática dos alunos o que eles previamente conhecem sobre circuitos elétricos; é importante que o professor fique atento a isso.

A aprendizagem significativa basicamente se estabelece por meio de dois processos: a aprendizagem por recepção e por descoberta. A aprendizagem por recepção é aquela que em que o conteúdo é apresentado para o aluno, seja por meio de livros, filmes ou vídeos em geral. Aqui é importante salientar que toda a teoria de Ausubel é baseada no aluno; ele é o centro da aprendizagem significativa, e só de fato acontecerá esse tipo de aprendizagem se o aluno quiser, não é algo imposto como a aprendizagem mecânica. A disposição do aprendiz em aprender é fator fundamental. Logo, na aprendizagem por recepção o aluno não é necessariamente passivo. Pelo contrário: os conceitos apresentados em um filme podem conversar com os subsunçores do aluno, de modo a motivar o aluno a agir de acordo ou promover mudanças.

A aprendizagem por descoberta, se faz por meio da investigação, em que o aluno devidamente motivado vai buscar a nova informação, utilizando ferramentas diversas.

Os dois processos corroboram a visão de Ausubel quanto à aprendizagem significativa. Além dos subsunçores, é fundamental salientar a importância dos organizadores prévios que sirvam de “ancoradouro provisório” para o novo conhecimento. A principal função dos organizadores prévios é servir de ponte do que o aprendiz já sabe e o que ele deve aprender. (MOREIRA, 2008, 2012). Organizadores prévios podem ser materiais físicos, práticas educacionais ou experimentações, com o intuito de manipular a estrutura cognitiva do estudante, a fim de facilitar a aprendizagem significativa.

Os organizadores prévios podem tanto fornecer ‘ideias âncora’ relevantes para a aprendizagem significativa do novo material, quanto estabelecer relações entre ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva e aqueles contidos no material de aprendizagem (MOREIRA, 2008, 2012, p. 2)

Os dois processos foram utilizados na sequência didática para utilização do produto. Para a aprendizagem por descoberta foi utilizado como base, pelo presente trabalho, uma metodologia ativa de ensino chamada *Inquiry based learning* (IBL), ou aprendizagem por investigação.

### 3.4 IBL - APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO

Apesar da demarcação de gerações não ser uma ciência exata, pode-se afirmar que há uma diferença de perfil nas relações sociais, na aprendizagem, e até no mercado de trabalho, levando em conta as gerações conhecidas como *millennials* (nascidos entre 1980 e 2003), a geração Z (nascidos entre 1990 e 2010) e a geração alfa (nascidos a partir de 2010). Com a popularização da *internet*, as duas últimas gerações passam a ser híper estimuladas desde o momento em que nascem, e com o bombardeio e facilidade de informações, vêm as consequências naturais como perda de foco e a falta de concentração. Ou seja, esses novos alunos não conseguem mais ser eficientes em uma aula expositiva de 50 minutos como a escola está emoldurada. Portanto, se faz necessário um novo modelo de ensino (BLAKEMORE, 2005).

O modelo pedagógico da aprendizagem por investigação não é um modelo novo. Ele foi desenvolvido inicialmente nos anos 60 pelo governo dos Estados Unidos como uma alternativa ao modelo tradicional, logo após a derrota americana para a União Soviética quanto ao primeiro objeto a ser enviado para o espaço. Nessa época, muito se questionou sobre a eficiência da educação tradicional, e como uma das alternativas a essa educação surgiu a aprendizagem por investigação: a visão de que os indivíduos são capazes de aprender melhor investigando cenários e problemas e por meio de experiências sociais. Esse modelo tira o professor como centro do processo ensino-aprendizagem e coloca o aluno como responsável pelo seu próprio desenvolvimento, tendo o professor como um facilitador. Essa tendência seguiu a revolução de pensamento quanto à psicologia da educação, mudando o foco de uma filosofia behaviorista para cognitivista-humanista, com destaque para filósofos construtivistas como Jean Piaget e Lev Vygotsk, além de David Ausubel, John Dewey, entre outros.

O modelo IBL é uma metodologia ativa de ensino que ao invés de o professor apresentar fatos estabelecidos ou um caminho definido na aprendizagem, ele começa por

levantar questões ou problemas, e propõe que o aluno descubra por si o conhecimento relativo a aquele conteúdo. Além disso, é sempre incentivado que o aluno descreva o que está observando, suas hipóteses formuladas e conclusões adquiridas.

Pode-se colocar quatro princípios fundamentais que regem essa metodologia:

- O aluno se envolve ativamente no processo de aprendizagem, com ênfase em observações e experiências como fontes de evidência.
- O aluno desenvolve habilidades de observação sistemática, questionamento, planejamento e registro de evidências observada.
- O aluno participa do trabalho em grupo colaborativo, interage em um contexto social, constrói argumentação discursiva e se comunica com os outros como parte principal do processo ensino aprendizagem.
- O professor, como facilitador, tem a responsabilidade de criar um ambiente de aprendizagem que motive o aluno a observar, argumentar e registrar. Ele organiza e orienta o processo, facilita a negociação de ideias e auxilia na discussão da conclusão. (EDSTRÖM; KOLMOS, 2014):

A ciência tem muitos métodos de investigação, mas todos são baseados na noção de que alguma forma de evidência é a base para conclusões defensáveis. (ABD-EL-KHALICK, 2004)

Em uma sociedade guiada pela tecnologia, se faz necessário uma mudança no sistema educacional. É necessário preparar os alunos para que façam perguntas, delimitem problemas, analisem evidências, pensem criticamente e desenvolvam soluções. E esse tipo de aprendizagem é essencial para preparar uma força de trabalho adaptável em seu pensamento e capaz de operar com maior autonomia. Considerando que a pouco tempo atrás, nas indústrias, as habilidades em rotinas de conjuntos eram atributos desejados, hoje, espera-se que cada trabalhador pense criticamente, resolva problemas abstratos e gere novas ideias para melhoria (CASTELLS, 2005).

Essa é uma metodologia com receptividade mundial. A União Europeia (UE), em sua proposta pedagógica para a próxima geração, relata que "... a IBL comprovou sua eficácia nos níveis primário e secundário, aumentando os níveis de interesse e de realização das crianças e dos alunos e, ao mesmo tempo, estimulando a motivação dos professores (UNIÃO EUROPEIA, 2007). Além da *Next Generation Science Standards* (ngss), proposta desenvolvida, até então, em 20 estados dos Estados Unidos.

### 3.5 A INFLUÊNCIA DA ARTE *TINKERING*

Uma das grandes influências do produto realizado pelo presente trabalho foi a atividade/metodologia chamada de *Tinkering*. Em tradução livre, *tinkering* significa a arte da exploração. Basicamente, consiste em mexer com materiais do cotidiano de alta ou baixa tecnologia e transformá-los, de modo a construir algo novo. *Tinkering* é descobrir, tentar, inovar, e o mais importante, fazer. Segundo Dale Dougherty, editor e produtor da revista *Make Magazine*: “*Tinkering* é a arte essencial de compor e decompor as coisas físicas para atender a uma variedade de propósitos - de prático a caprichoso ... [é] tanto um trabalho manual quanto mental, talvez até um trabalho de amor.”

É essencialmente uma atividade “mão na massa”, onde a criatividade, a persistência, a tentativa e a aprendizagem com os erros são características altamente estimadas. Nesse tipo de atividade, a aprendizagem é impulsionada pelas escolhas e curiosidades do aluno. É uma metodologia que vem ganhando espaço em currículos de algumas escolas como as que usam a pedagogia Waldorf, por exemplo. A arte *tinkering* se relaciona intimamente com a modo STEAM de educação. STEAM é um acrônimo das palavras *Science, Techonology, Engineering, Art e Mathematics* (Ciência, tecnologia, engenharia, arte e Matemática), sendo uma tendência pedagógica dos maiores centros de educação do mundo (Colin e Chin, 2016). Por meio do *tinkering* e do STEAM, os alunos são incentivados a desenvolver o raciocínio lógico, a capacidade de resolução de problemas e a criatividade.

Variadas são as atividades realizadas em um espaço *tinkering*, como mostrado na Figura 1, desde robótica com sucata, programação com arduino, autômatos de papelão, circuitos de papel, entre outros.

Figura 1: Arte *tinkering* de um robô desenhista feito com sucata



Fonte: o autor.

O produto realizado por este trabalho segue a linha *tinkering*, relacionando circuitos elétricos com uma atividade conhecida como dissecando brinquedos, para ensinar os conceitos básicos de circuitos elétricos e da associação de componentes elétricos em série ou em paralelo.

### 3.6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para desenvolvimento desse trabalho, foi realizado uma revisão bibliográfica para identificar fronteiras não desbravadas em se tratando de ensino da eletrodinâmica por meio de *KIT's* experimentais utilizando uma abordagem moderna, em consonância com as metodologias ativas de ensino.

A busca foi feita em sites de periódicos nacionais e internacionais à procura de *KITs* experimentais para o ensino de eletricidade no ensino médio e/ou fundamental. Para a abordagem nacional, foi utilizado basicamente o site de periódicos da Capes (disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>), além do *Google Acadêmico*. Para a abordagem internacional, foi utilizado como base de pesquisa as plataforma *Education Resources Information Center* (ERIC, disponível em: [www.eric.ed.gov](http://www.eric.ed.gov)), e *IOPScience* (disponível em: [www.iopscience.iop.org](http://www.iopscience.iop.org)). Em todos os trabalhos pesquisados, nota-se uma abordagem diferente do apresentado no presente trabalho.

Na dissertação apresentada por Bellan (2017), um *KIT* de eletrodinâmica é apresentado como proposta para o ensino de circuitos elétricos. O *KIT* é formado por uma placa em mdf com porcas e arruelas utilizado como uma *protoboard*, uma fonte de tensão e alguns componentes elétricos como resistores, LED's e interruptores. A parte experimental foi feita em grupo, norteada por meio de um roteiro de atividade pós teoria ministrada em sala de aula.

Já no trabalho do Dalzotto (2016), o *KIT* é feito como um painel de madeira, onde os componentes são soldados no painel e as ligações entre eles são feitas por meio de plugues do tipo banana. Os materiais utilizados são pequenas lâmpadas automotivas, uma fonte de tensão ajustável, resistores, fusíveis e capacitores. A aplicação do produto foi ministrada na sequência: introdução pelo professor, atividades em grupo e correção das atividades. Dalzotto referencia que nesse formato as perguntas são naturalmente feitas pelos próprios alunos ao invés de colocadas pelo professor.

Buckley e Harvey (2014) utilizam *playdough* (massinha) para o ensino de eletricidade para o ensino fundamental. Os autores fizeram com os alunos “massinha” salgada condutora, e outra com açúcar, isolante. A partir daí, com baterias, fios elétricos e *LED's*, montavam circuitos elétricos simples e demonstravam o fluxo de eletricidade no sistema. Os alunos

participaram de todo o processo, desde a produção das massas até as montagens dos circuitos utilizando diferentes estruturas e maquetes feitas com as massas.

Sandifer (2009) propõe como atividade prática de reforço a conceitos básicos da eletricidade a manutenção, pelos alunos, de um circuito em uma caixa de sapato. Utilizando material de fácil aquisição e baixo custo, os alunos de ensino fundamental podem montar circuitos elétricos para iluminar uma mini maquete feita dentro de uma caixa de sapato. Tal atividade prática é estimulada pós ministração da unidade relacionada a condutividade e circuitos em série e em paralelo.

Alguns trabalhos primam pela utilização de simulações computacionais, como é o exemplo da dissertação defendida pelo Moreira (2014). Para estudo dos circuitos elétricos com os alunos, o autor utilizou-se do *software Modellus* para estudo de circuitos envolvendo resistores, e da plataforma *Physics Education and Technology* (PhET) para estudo de circuitos com lâmpadas. As atividades foram preparadas de modo a apresentar os conceitos de forma gradual após a apresentação teórica do conteúdo leis de Ohm. A utilização de simulações computacionais são ferramentas poderosas para o ensino de física, mas na maioria dos casos deixa pouco espaço para a falha, e o erro é algo que acompanha qualquer investigação científica ou empreendimento de engenharia.

Alguns *KIT's* para ensino de eletricidade em sala de aula também são vendidos no mercado, alguns mostrados na Figura 2. Embora bem completos, em geral, tem custo elevado e são feitos com roteiros fechados. Os preços variam entre 1000 e 3000 reais (cotação feita em 2019).

Figura 2: Imagem fotográfica de exemplos de KIT's de circuitos elétricos.



(a) Riolink, (b) Azeheb

(a)

Fonte: Rio Link, [2000]. Disponível em:  
<https://www.riolink.com.br/kits-educacionais/kit-de-fisica/kit-conjunto-para-eletricidade-e-eletromagnetismo>. Acesso em: jan. 2019.

(b)

Fonte: Kits Lab, [2000]. Disponível em:  
<https://www.kitslab.com.br/kit-didatico-de-eletricidade>. Acesso em: jan. 2019.



## 4 CONCEITOS ABORDADOS

Neste capítulo realizar-se-á uma breve revisão de todo o conteúdo abordado na aplicação do produto. Não é uma abordagem fechada, pois o produto dá margem para aplicação de outros conceitos.

### 4.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE A ELETRODINÂMICA

A história da eletricidade remete à própria história do ser humano. Há registros que mostram que os antigos gregos, como Thales de Mileto, já faziam experimentos com eletricidade ao atritar um pedaço de âmbar a pele de carneiro. Mas foi no século XVIII que a corrente elétrica começou a ser manipulada de forma estável pelo ser humano, e pode-se dizer que aí se inicia a história da eletrodinâmica. Em 1791, o médico Luigi Galvani publica seu trabalho "*De Viribus Electricitatis in Motu Musculari Commentarius*" (Comentário sobre o Efeito da Eletricidade no Movimento Muscular). Nesse trabalho, ele apresenta e desenvolve uma discussão sobre uma descoberta que ocorreu ao acaso. As patas de uma rã, dissecada em cima da mesa de seu laboratório, se contraíram quando tocadas por um bisturi ligado a um gerador eletrostático. A respeito de tais experimentos, Galvani evidencia:

[...]

levei o animal para um quarto fechado e coloquei-o sobre uma placa de ferro; quando toquei a placa com o fio de cobre, fixado na medula da rã, vi as suas contrações espasmódicas de antes. Tentei outros metais, com resultados mais ou menos violentos. Com os não condutores, todavia, nada se produziu. Isto era bastante surpreendente e conduziu-me a suspeitar de que a Eletricidade era inerente ao próprio animal, suspeita que foi confirmada pela observação de que uma espécie de circuito nervoso sutil (semelhante ao circuito elétrico da garrafa de Leiden\*) fecha-se dos nervos aos músculos, quando as contrações se produzem. (ROSA, 2012)

Após repetir os experimentos de Galvani e obter os mesmos resultados, o médico Alessandro Volta propõe uma nova hipótese: a eletricidade externa era gerada pelo contato entre dois tipos de metal, e o músculo da rã funcionava apenas como um detector de pequenas diferenças de potencial elétrico externo. Ao tentar provar a sua hipótese, no ano 1800, Volta constrói a primeira pilha elétrica, sendo constituída por uma série de discos de metal de dois tipos, separados por discos de papelão embebidos com soluções ácidas. A partir daí, a corrente elétrica passou a fazer parte do cotidiano de vários cientistas em diversas áreas.

Em muitos livros do ensino médio, a corrente elétrica é definida como um movimento ordenado de cargas elétricas. Porém, nem todas as partículas carregadas que se movem produzem uma corrente elétrica. Como conceituam Halliday e Resnick, no livro Fundamentos da Física, v. 3:

[...] O fluxo de água em uma mangueira representa um movimento de cargas positivas (os prótons das moléculas de água) da ordem de milhões de coulombs por segundo. Entretanto não existe um fluxo líquido de cargas já que existe também um movimento de cargas negativas (os elétrons das moléculas de água), que compensa exatamente o movimento das cargas positivas. [...] (HALLIDAY; RESNICK, 2012, p. 133)

Para que exista corrente elétrica então é necessário que haja um fluxo líquido de cargas através de uma superfície.

Esse fluxo líquido de cargas geralmente é produzido em um fio, através de uma diferença de potencial de uma pilha ou bateria.

Quando uma bateria é conectada a dois lados de um fio de cobre por exemplo, campos elétricos são criados no interior do material, exercendo uma força sobre os elétrons de condução que os faz se mover preferencialmente em uma certa direção, e portanto, produzir uma corrente. (HALLIDAY; RESNICK, 2012, p. 134)

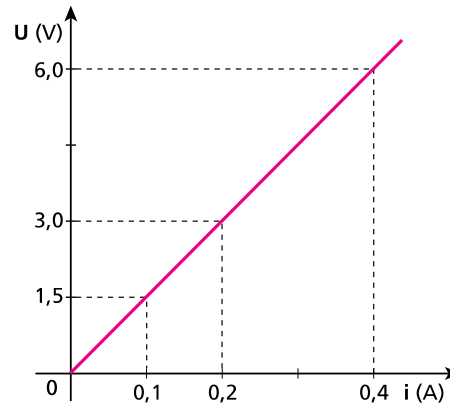
Em 1820, o físico Hans Christian Oersted percebe que ao posicionar uma bússola próximo ao um fio percorrido por uma corrente, a bússola sofria uma pequena perturbação. Esse experimento uniu duas ciências físicas, desenvolvendo ideias de que a eletricidade geraria magnetismo e talvez o oposto também fosse verdade. Mais tarde, Michael Faraday prova experimentalmente que magnetismo também pode gerar eletricidade. André Marie Ampère, ao tomar conhecimento das experiências de Oersted, também desenvolve vários estudos sobre fenômenos eletromagnéticos.

Em 1827, outro físico também ganha destaque nessa área: Georg Simon Ohm. Ele publicou suas descobertas sobre correntes estacionárias, combinando as três grandezas básicas consideradas em um circuito: a diferença de potencial (ddp, representada pela letra  $U$ ), a intensidade da corrente elétrica, que representaremos pela letra ( $i$ ) e a resistência total do circuito ( $R$ ). Ohm demonstrou que para uma resistência total constante, a intensidade da corrente elétrica é diretamente proporcional a diferença de potencial total do circuito, como mostrado graficamente na Figura 3. Essa lei, conhecida hoje como a primeira lei de Ohm, se tornou uma das equações mais fundamentais da eletrodinâmica.

$$U = R \cdot i \quad (01)$$

Sendo que no Sistema Internacional (SI), a ddp é medida em Volts (V), a resistência elétrica em Ohm ( $\Omega$ ), e a corrente elétrica em Ampères (A).

Figura 3: Exemplo de gráfico de um resistor ôhmico, em que a tensão elétrica, (ou ddp)  $U$ , se relaciona com a corrente  $i$  através de um segmento de reta passando pela origem dos eixos.



Fonte: o autor

O gráfico da Figura 3 representa resistores ôhmicos, aqueles com resistência constante independente da corrente elétrica e da diferença de potencial utilizada. O coeficiente angular da reta representada é igual à resistência elétrica.

Por meio da experimentação, Ohm verificou que a resistência elétrica de um condutor dependia basicamente de quatro grandezas físicas: do comprimento do material ( $L$ ), da natureza do material relacionada a resistividade do mesmo ( $\rho$ ), da área da secção transversal ( $A$ ) e da temperatura ( $T$ ). Para uma temperatura aproximadamente constante, pode-se colocar que:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A} \quad (02)$$

Sendo que no SI, o comprimento do material é medido em metro (m), a resistividade do mesmo é medida em Ohm vezes metro ( $\Omega \cdot m$ ), e a área da secção transversal é medida em metros quadrados ( $m^2$ ).

Um material obedece à Lei de Ohm, se a resistividade do material não depende do módulo nem da direção do campo elétrico aplicado. (HALLIDAY; RESNICK, 2012, p.134)

As leis de Ohm foram fundamentais para o desenvolvimento da eletrodinâmica.

## 4.2 RESISTORES

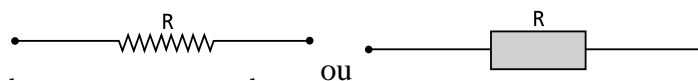
Os dispositivos cujo trabalho é transformar energia elétrica em energia térmica, por efeito Joule, são denominados resistores. São exemplos de aparelhos que utilizam resistores o aquecedor elétrico, o chuveiro elétrico, o ferro de passar roupas, e até os fusíveis usados para proteção de circuitos elétricos, entre outros. Na Figura 4, apresentam-se exemplos de resistores, em (a) resistor de metal com camada de carvão e cerâmica, (b), um exemplo de resistor de chuveiro elétrico, ambos seguem a equação (01).

Figura 4: (a) Imagem de resistores comerciais de diferentes valores de resistência, (b) imagem de uma resistência utilizada em chuveiros elétricos.



Fonte: (a) WJ Componentes. Disponível em: <https://www.wjcomponentes.com.br/resistores-leds/kit-600-resistores-14-w>. Acesso em: jan. 2019. (b) Magalu. Disponível em: <https://www.magazineluiza.com.br/resistencia-para-chuveiro-duo-shower-turbo-eletronica-3060-c-7-500w-lorenzetti-220v/p/hc5jka5e17/cj/resi/>. Acesso: jan. 2019.

Em um circuito elétrico os resistores podem ser representados pelas seguintes figuras:



Para a presente dissertação, utilizaremos a primeira forma de representação, que é a mais utilizada por livros em geral. Sendo a resistência dos resistores ôhmica, ou seja, constante.

Nesse produto educacional, utilizamos mini lâmpadas como resistores.

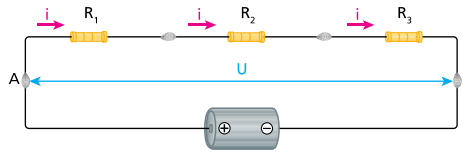
#### 4.2.1 Associação de Resistores

Em variados circuitos elétricos no nosso cotidiano, faz-se necessário associar diferentes componentes. Nessa sessão, veremos a associação apenas de resistores, parte importante do *KIT* de eletricidade abordado nessa dissertação. São inúmeras as literaturas que tratam desse tema. Portanto, as demonstrações a seguir são baseadas na obra de Gualter, Newton e Helou, livro *Tópicos de Física*, v. 3.

##### 4.2.1.1 Resistores em série

Os resistores são ditos associados em série quando são interligados de modo a constituir um único trajeto condutor - isto é, sem bifurcações. Assim, se eles forem percorridos por uma corrente elétrica, esta terá a mesma intensidade em todos eles (continuidade da corrente elétrica). Uma associação em série está representada na Figura 5.

Figura 5: Representação de um circuito com associação em série de resistores.  $U$  representa a ddp da bateria e  $i$  a corrente elétrica que passa pelo circuito.



Fonte: Newton, Helou, Gualter, 2012

Na associação em série, embora a corrente que passa por cada resistor tem o mesmo valor, por conservação de energia, pode-se dizer que a soma das quedas de potencial em cada resistor será igual ao total disponibilizado pela bateria.

$$i_1 = i_2 = i_3 = i \quad (03)$$

$$U_t = U_1 + U_2 + U_3 \quad (04)$$

Se a primeira lei de Ohm for aplicada na equação 04, tem-se:

$$R_{eq} \cdot i = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i \quad (05)$$

Logo,

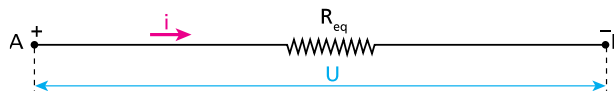
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (06)$$

A equação pode ser aplicada para qualquer número de resistores em série, assumindo a seguinte forma:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (07)$$

Todos os circuitos podem ser simplificados a um único resistor. Esse resistor é chamado de resistor equivalente, que guarda todas as características de todos os resistores unidos como se fosse apenas um. Assim, para o caso de uma associação em série, a soma dos resistores individuais é igual a resistência do resistor equivalente, como mostrado na Figura 6.

Figura 6: Desenho esquemático de um circuito simplificado, no caso, da resistência equivalente.

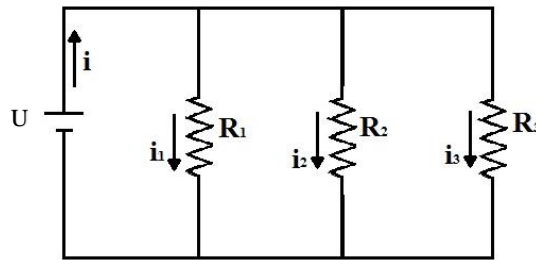


Fonte: Newton, Helou, Gualter, 2012

#### 4.2.1.2 Resistores em paralelo

Os resistores são ditos associados em paralelo quando são interligados de modo a ter bifurcações. Nesse caso, a corrente se divide, porém a diferença de potencial em todos os resistores na associação são iguais.

Figura 7: Representação de um circuito com associação em paralelo de resistores



Fonte: TEIXEIRA, Mariana Mendes, [2000]. Associação de resistores em paralelo. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/associacao-resistores-paralelo.htm>. Acesso em: jan. 2019.

Como representado na Figura 7, em cada bifurcação a corrente se divide proporcional ao inverso da resistência, ou seja, um maior valor de corrente irá pelo caminho com menor resistência. De modo que pode-se afirmar por conservação de carga, que a soma das correntes que percorrem todas as bifurcações, é igual a corrente total fornecida pela fonte.

$$i_t = i_1 + i_2 + i_3 \quad (08)$$

$$U_1 = U_2 = U_3 = U_t \quad (09)$$

Substituindo a primeira lei de Ohm na equação (08), obtém-se como calcular a resistência equivalente em um circuito em paralelo.

$$\frac{U}{R_{eq}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} \quad (10)$$

Como a diferença de potencial elétrica é a mesma para todas as bifurcações, pode-se dividir os dois lados da equação por U.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (11)$$

A equação (11) pode ser aplicada para qualquer número de resistores em paralelo, assumindo a seguinte forma:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (12)$$

#### 4.2.1.3 Resistores em paralelo com mesma resistência

Quando a associação em paralelo é formada apenas por resistores de igual resistência (R), a equação (12) pode ser simplificada da seguinte maneira:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R}$$

$$R_{eq} = \frac{R}{n} \quad (13)$$

Em que  $n$  é a quantidade de resistores de resistência  $R$  da associação em paralelo.

#### 4.2.1.4 Para o caso de dois resistores com resistências diferentes

Uma maneira, por vezes, mais rápida de determinar a resistência equivalente para o caso de dois resistores com resistências diferentes, é:

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

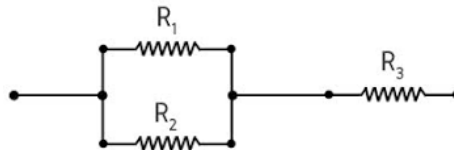
Realizando o mínimo múltiplo comum entre os dois termos e fazendo a soma das frações obtém-se:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (14)$$

#### 4.2.1.5 Associação mista

É comum em um mesmo circuito no nosso cotidiano ter associações de resistores tanto em série como em paralelo como representado na Figura 8. Nesse caso, chamamos o circuito de uma associação mista de resistores.

Figura 8: Representação de um circuito com associação mista de resistores



Fonte: GOUVEIA, Rosimar. [2000]. Associação de resistores. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/associacao-de-resistores/>. Acesso em fev. 2019.

Para esse caso, resolve-se o circuito unindo os resistores que estão em paralelo primeiramente, utilizando a equação (14). O resultado estará em série com o resistor  $R_3$ . O resistor equivalente então será expresso pelo resultado, utilizando a equação (07).

### 4.3 GERADORES

A função do gerador em um circuito é transformar uma energia qualquer em energia elétrica. No nosso cotidiano, existem vários tipos de geradores, desde mecânicos, que transformam energia mecânica em energia elétrica como nas usinas de geração de energia elétrica, até geradores químicos como as pilhas e baterias. A equação do gerador real é dada como:

$$U = \varepsilon - r \cdot i \quad (15)$$

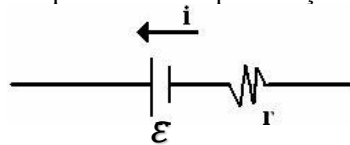
Sendo,  $U$  a diferença de potencial entre os terminais do gerador, medido em Volts (V), no SI;  $\varepsilon$ , a força eletromotriz, também medido em Volts (V);  $r$ , a Resistência interna do gerador medido em Ohms ( $\Omega$ ); e  $i$ , a Intensidade da corrente elétrica, medido no SI em Ampère (A).

A força eletromotriz do gerador é a ddp obtida entre os terminais do gerador quando este não está ligado a nada.

Durante a vida de uma pilha, a força eletromotriz permanece praticamente inalterada, ao passo que sua resistência interna cresce. Pilhas velhas e inúteis são reconhecidas não por sua força eletromotriz (que pode ainda ser praticamente a mesma de uma nova), mas pela redução na corrente de curto-circuito, causada pelo crescimento da sua resistência interna. (SILVEIRA, AXT, 2003, p. 398)

A representação de um gerador real, como utilizado nos circuitos elétricos é como o apresentado na Figura 9.

Figura 9: Desenho esquemático da representação de um gerador real



Fonte: o autor

Devido às perdas de energia que ocorrem no interior da pilha, sendo representadas na equação pelo produto da intensidade da corrente pela resistência interna, a diferença de potencial cedida pela pilha para um circuito é variável e dependente da corrente.

Em um circuito simples gerador-resistor, pode-se unir a lei de Ohm (equação 1) com a equação do gerador (equação 15), considerando que a diferença de potencial do gerador é igual a do receptor. Sendo assim, obtém-se uma equação característica de um circuito gerador real/resistor.

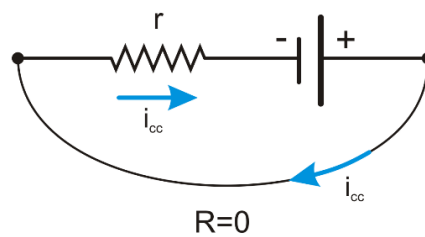
$$\begin{aligned}
 U_G &= U_R \\
 \varepsilon - r \cdot i &= R \cdot i \\
 i &= \frac{\varepsilon}{R+r}
 \end{aligned}
 \tag{16}$$

#### 4.3.1 Curto-circuito

Um gerador está em curto-circuito quando seus terminais estão interligados por um fio de resistência elétrica desprezível.



Figura 10: Representação de um gerador em curto



Fonte: FERRARO, Nicolau Gilberto, 28 ago. 2013. Gerador Elétrico. Força eletromotriz. Equação do gerador. Curva característica de um gerador. Disponível em: [http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2013/08/cursos-do-blog-eletricidade\\_28.html](http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2013/08/cursos-do-blog-eletricidade_28.html). Acesso em: jan. 2019.

Nesse caso, a diferença de potencial nos terminais do gerador é zero, fazendo com que a força eletromotriz que o gerador produz seja aplicado em sua resistência interna. Essa corrente maior que o normal, chamada de Corrente de Curto-Circuito ( $i_{cc}$ ), pode causar um aquecimento nos fios que compõem os aparelhos, que não são projetados pra isso. Esse aquecimento pode causar fagulhas que acabam levando a incêndios.

$$U = \varepsilon - r \cdot i$$

$$U = \varepsilon - r \cdot i_{cc}$$

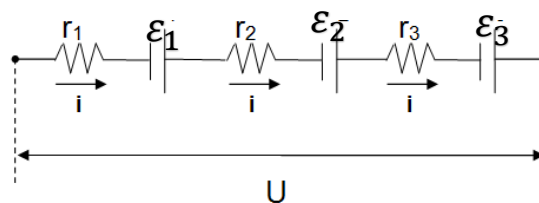
$$i_{cc} = \frac{\varepsilon}{r} \quad (17)$$

#### 4.3.2 Associação de Geradores

Assim como os resistores, pode-se associar geradores em série ou em paralelo. E da mesma forma, pode-se simplificar o circuito calculando o gerador equivalente.

Para uma associação em série, Figura 11, as mesmas características da associação de resistores é mantida, nesse caso:

Figura 11: Representação em um circuito de geradores em série



Fonte: MONTE, (Prof) Almicar, 16 mar. 2015. Gerador Elétrico. Disponível em: <http://minhasaulasdefisica.blogspot.com/2015/03/>. Acesso em: mar. 2019.

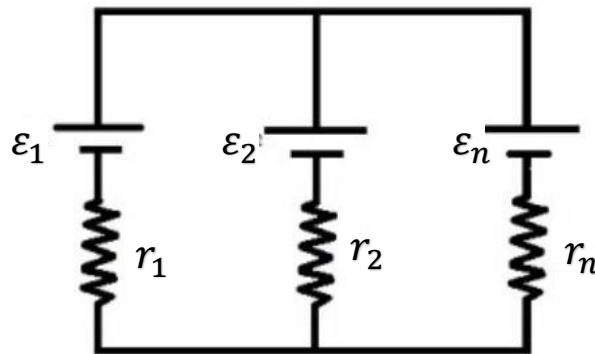
$$\varepsilon_{eq} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \dots + \varepsilon_n \quad (18)$$

$$r_{eq} = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n \quad (19)$$

Numa associação em série, a grande vantagem é o aumento da força eletromotriz do circuito. No caso, é a soma de todas as forças eletromotriz separadas (Equação 18). Porém, a resistência interna do sistema, como visto, também aumenta, (Equação 19).

Já em uma associação em paralelo, representada na Figura 12 para 3 geradores, a força eletromotriz do sistema permanece a mesma. Porém, há uma diminuição da resistência interna do sistema.

Figura 12: Representação em um circuito de geradores em paralelo



Fonte: PETRIN, Natália. Associação de Geradores. Disponível em: <https://www.estudopratico.com.br/associacao-de-geradores/>. Acesso em: abr. 2019.

$$\varepsilon_{eq} = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \dots = \varepsilon_n \quad (20)$$

$$r_{eq} = \frac{r}{n} \quad (21)$$

Em que  $n$ , em notação matemática, é o número de geradores associados em paralelo. Para que uma associação em paralelo seja bem desenvolvida, os geradores em questão deverão ter a mesma força eletromotriz  $\mathcal{E}$ , conforme citado por Gaspar.

Uma das razões pelas quais se evitam as associações de pilhas em paralelo é que, se houver diferenças entre as forças eletromotrizs, ainda que pequenas, ocorrerão correntes internas à associação, acarretando um indesejável consumo de energia, mesmo quando a parte do circuito externo estiver desligada. ‘Geradores associados em paralelo podem criar correntes internas entre os geradores componentes [...] pelo menos um deles funciona como receptor, consumindo energia’ (GASPAR, 2001, p. 165).

Portanto, vemos umas das importâncias de compreender as formas de associações.

#### 4.4 MEDIDORES ELÉTRICOS

Em circuitos elétricos, além de poder calcular cada parte dele, seja a corrente elétrica em cada trecho ou a diferença de potencial em quaisquer dois pontos, também pode-se utilizar instrumentos de medida para medir essas grandezas. Para medir corrente elétrica, utiliza-se o amperímetro. Já para medir diferença de potencial entre dois pontos e resistência elétrica,

utiliza-se respectivamente o voltímetro e o ohmímetro. No nosso cotidiano, esses aparelhos separadas não são muito usuais, sendo portanto mais utilizado o multímetro. O multímetro, mostrado na Figura 13, é multifuncional, e possui escala em Ampère para medir corrente, além de escalas em volts e Ohms para medir tensão e resistência.

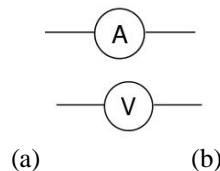
Figura 13: Imagem fotográfica de multímetro digital



Fonte: arquivo do autor

Na representação de um circuito, utilizamos a notação mostrada na Figura 14, para representar o multímetro na escala Ampère e na escala Volts.

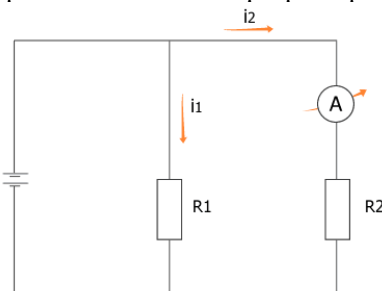
Figura 14: Representação gráfica do multímetro (a) na escala de Ampère para medida de corrente, e (b) na escala de Volts para medida de tensão.



Fonte: o autor

Para medir a corrente elétrica em qualquer ponto de um circuito, faz-se necessário colocar um amperímetro em série com o que vai ser medido, como mostrado na Figura 14.

Figura 15: Desenho esquemático indicando um multímetro na escala Ampère ligado em série no circuito, posicionado para medir a corrente que passa pelo resistor  $R_2$



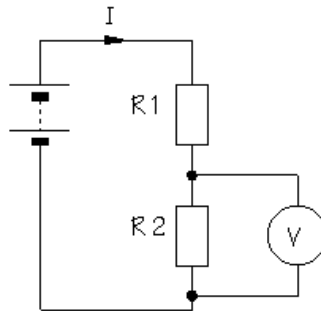
Fonte: IFSUL, [2000]. O Amperímetro. Disponível em:

[http://uab.ifsul.edu.br/tsiad/conteudo/modulo1/fis/fis\\_ug/at1/03.html](http://uab.ifsul.edu.br/tsiad/conteudo/modulo1/fis/fis_ug/at1/03.html). Acesso em: dez. 2019.

Em termos teóricos utilizamos o “amperímetro ideal”, que é um dispositivo com resistência interna desprezível se comparado à resistência do circuito. Logo, para resolução de exercícios, o amperímetro ideal pode ser substituído por apenas um fio ideal, não alterando a forma de resolver o exercício.

Para utilização do multímetro na escala em Volts, também ideal, é necessário colocá-lo em paralelo com o que será medido, como representado na Figura 15.

Figura 16: Desenho esquemático indicando um multímetro na escala Volts, ligado em paralelo no circuito, posicionado para medir a diferença de potencial no resistor  $R_2$



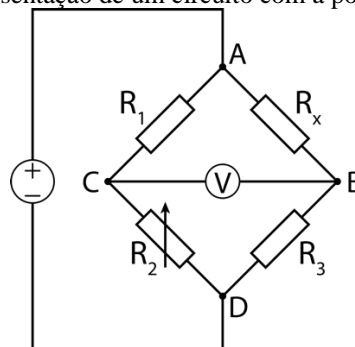
Fonte: RIBEIRO, Thyago, [2010]. Disponível em: <https://images.app.goo.gl/4EYtfZfk9yb6tfhw7>. Acesso em: dez. 2019.

Já o multímetro na escala Ohms deve ser posto entre os terminais do que se quer medir a resistência, em circuito aberto.

#### 4.5 PONTE DE WHEATSTONE

A ponte de Wheatstone, demonstrada por Charles Wheatstone, em 1843, é um esquema de montagem de circuito que permite a medição do valor de uma resistência elétrica desconhecida.

Figura 17: Representação de um circuito com a ponte de Wheatstone



Fonte: BERTELLI, Miguel, [2018]. Circuitos Especiais. Disponível em: <https://querobolsa.com.br/enem/fisica/circuitos-especiais>. Acesso em: mar. 2019.

Nesse tipo de montagem, Figura 17,  $R_1$  e  $R_3$  são resistências conhecidas.  $R_2$  é uma resistência conhecida porém variável (indicado pela seta sobre o símbolo de resistência) e  $R_x$  é

desconhecido. Para encontrar o valor de  $R_x$ , varia-se o  $R_2$  até que o multímetro marque zero na escala Volts. Quando isso acontece é dito que a ponte está em equilíbrio. No caso, para a ponte de Wheatstone, quando o produto cruzado entre os resistores for igual (Equação 22), a ponte está em equilíbrio. Quando isso ocorre, a diferença de potencial entre os terminais do multímetro na escala Volts, será igual a zero.

$$R_1 R_3 = R_2 R_x \quad (22)$$

Na eletrônica, a ponte de Wheatstone é fundamental na medida de diversas grandezas como resistências, capacitâncias, indutâncias, entre outros.

## 5 APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

Para total e completa compreensão de como a proposta didática foi aplicada, desde a preparação do ambiente de aprendizagem até a escolha de cada atividade e desafio, faz-se necessário entender o objetivo final da atividade e os critérios avaliativos para mensuração do sucesso das atividades.

### 5.1 OS OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Todo processo de ensino-aprendizagem tem um início e um fim. A BNCC é o documento brasileiro que define os conhecimentos essenciais que todos os alunos devem aprender na educação básica. Para tanto, Cinco competências gerais (BRASIL, 2018) foram escolhidas como norteadora de todas as atividades:

- Conhecimento

A valorização do conhecimento é fundamental para que uma o adolescente se torne um cidadão capaz de explicar a realidade a ponto de poder fazer conexões e modificá-la. O *KIT* eletricidade traz em sua base um corpo de conhecimentos físicos que são extensamente utilizados no dia a dia das residências, tecnologias e indústrias. O indivíduo que se encanta com a o conhecimento e a aprendizagem é capaz de se tornar um colaborador ativo para o desenvolvimento da sociedade.

- Pensamento Científico

Incitar a curiosidade intelectual e fazer disso um meio de desenvolvimento de criticidade e criatividade é um dos sonhos de todo professor. O *KIT* eletricidade tem robustez nesse sentido por não trazer todas as respostas direcionadas, mas incitar perguntas e levantamento de hipóteses e testes práticos.

- Comunicação

É uma das habilidades apontadas pelo Fórum Econômico Mundial como mais importantes para os próximos 100 anos. Ser capaz de expressar-se, utilizando diferentes linguagens e métodos, é essencial para qualquer ser humano. O *KIT* eletricidade não é individual, ele apresenta diversos componentes para serem compartilhados por todo o grupo. A maior parte dos componentes não faz parte do cotidiano dos alunos, é algo que no primeiro contato eles devem desvendar em conjunto, eles são incentivados a ajudar o colega e explicar, seja por demonstração prática ou explicação verbal, as descobertas.

- Cultura Digital

A cultura digital é indissociável do tempo presente. Faz-se necessário formar-se não apenas consumidores de tecnologia, mas crianças capazes de entender, criar e modificar conhecimentos na área de tecnologia. Que possam utilizar a tecnologia de forma a resolver problemas do cotidiano.

- Empatia e Cooperação.

Exercitar a empatia e a cooperação é algo que deve estar presente em todas as esferas da escola, inclusive em abordagens científicas. O *KIT* traz uma aprendizagem em conjunto, em que cada aluno, com ajuda do outro aprende para desenvolver os princípios de aprendizagem expostos.

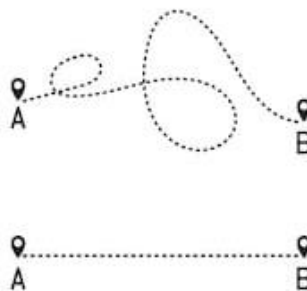
Além disso, duas competências específicas das ciências da natureza:

(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental. (BRASIL, 2018, p. 559)

(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos. (BRASIL, 2018, p. 560)

Definido o final do processo, é interessante notar que nem todos os alunos percorrerão o mesmo caminho para chegar até lá, como ilustrado na Figura 18. Além de que muito provavelmente cada um se encontra inicialmente em um ponto específico diferente um do outro. Esse processo de avaliação diagnóstica será especificado na seção 5.2.

Figura 18: Cada aluno percorre um caminho individual até chegar no ponto final pré-definido pelo professor.



Fonte: Shutterstock, 2015

## 5.2 PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

O tipo de avaliação escolhida como forma de analisar se o aluno está caminhando para o objetivo estabelecido é a avaliação processual ou formativa. Esse tipo de avaliação permite acompanhar o engajamento do aluno a medida em que os processos e atividades estão sendo feitas. Embora muitas das práticas aqui realizadas sejam em grupo, esse tipo de avaliação requer uma observação individual de cada estudante.

A avaliação processual avalia o percurso do aluno em tempo real. É individualizada e permite ações rápidas, dando retorno constante para o aluno.

Embora a primeira palavra que vem à mente quando se fala a palavra avaliação seja prova, o termo é muito mais amplo. Uma avaliação não precisa sempre estar associado a uma prova de 10 questões, por exemplo: ela pode ser uma questão aberta em momento oportuno da atividade, ou um desafio prático, uma discussão sobre um tema, entre outros. Hadji (1999) considera que “(...) não há um instrumento de avaliação (...). Há apenas instrumentos que podem servir para a avaliação. Ele explica que (...) a virtude formativa não está no instrumento, mas sim, se assim se pode dizer, no uso de que dele fazemos (...)” (p. 32-35). Sendo assim, o instrumento não é realmente tão importante quanto as informações que ele traz, seja o instrumento, prova, um desafio, ou qualquer outro.

As avaliações no trabalho foram feitas por meio de desafios práticos e discussões em grupos, como será visto na parte de resultados e discussões. O erro foi um dos fatores comum às atividades, estimado e por vezes até incentivado. Por exemplo, alguns alunos tinham o conhecimento prévio de que se ligarmos uma lâmpada em uma tensão maior do que ela necessita a tendência é danificar. Como professor, temos duas escolhas, avisar antes de iniciar a atividade para tomar cuidado com esse detalhe ou prever e deixar acontecer, e a partir daí gerar uma discussão sobre a relação tensão/potência de dispositivos eletrônicos. Para o presente trabalho, o segundo método foi escolhido, como parte de um processo construtivista de aprendizagem.

### 5.3 LOCAL ONDE O PROJETO FOI DESENVOLVIDO

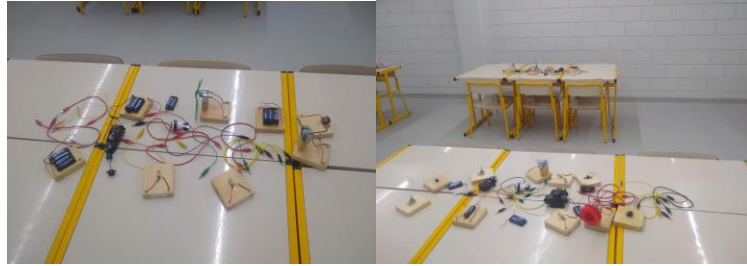
O presente trabalho foi desenvolvido no Colégio Santo Anjo, uma escola particular situada em Curitiba, Paraná. As propostas foram aplicadas em duas turmas diferentes, uma com 40 alunos e outra com 20 alunos. A faixa etária desses alunos está entre 13 e 15 anos, e são estudantes da segunda série do ensino médio. Antes de iniciar as atividades, a grande maioria dos estudantes não tinha uma base escolar em eletrodinâmica. Isso foi verificado a princípio, por que a eletrodinâmica não fazia parte do currículo dos anos anteriores.

As aulas foram ministradas em uma sala de aula descaracterizada para a aplicação da atividade. Ao invés de cadeiras enfileiradas e professor como referência na frente da turma, nichos com *KITs* espalhados para que os alunos possam sentar em grupos e testar, errar, acertar, e discutir, o quanto quiserem. A intenção dessa descaracterização da sala de aula é proporcionar



ao aluno um ambiente estimulante, que impulse alunos e alunas a prosseguir resolvendo problemas e desafios e compartilhando saberes.

Figura 19: Imagem fotográfica apresentando o local de realização das atividades, foram feitos 5 nichos com partes do *KIT* eletricidade.



Fonte: arquivo do autor

#### 5.4 O *KIT* ELETRICIDADE

A ideia principal do *KIT* é ter algo prático de eletricidade, que seja visualmente estimulante, e que possa ser usado em qualquer sala, laboratório, ou até em lugares externos. Com esse pensamento, foi criado um *KIT* com madeira, por ser um material resistente, que inclui, preso a sua base, diversos componentes presentes no nosso cotidiano. Para garantir um bom acabamento, foram utilizadas madeiras lixadas, com (100 x 90 x 15) mm, como mostrado na Figura 20. Em duas das extremidades da base foram colocados parafusos, para melhor, onde os fios são conectados para melhor ligação entre os diversos componentes. Essa ligação foi feita por meio de cabos chamados de garra jacaré.

O *KIT* foi construído com os seguintes componentes:

- 70 cabos/garra jacaré
- 3 - Suporte 1 Pilha AAA (1,5V)
- 5 Suporte 2 Pilhas AAA (1,5V)
- 3 Suportes 3 Pilhas AAA (1,5V)
- 3 Suporte 4 Pilhas AAA (1,5V)
- 5 Multímetros
- 8 Mini Lâmpadas (3V)
- 1 Led RGB
- 1 Trilha de Led (Retirado de sucata)
- 4 Potenciômetros
- 5 Buzzers (3V e 6V)
- 3 tipos de Chaves/interruptores diversos
- 1 Bússola

- 5 motores DC 3V
- 4 Motores diferentes retirados de brinquedos velhos

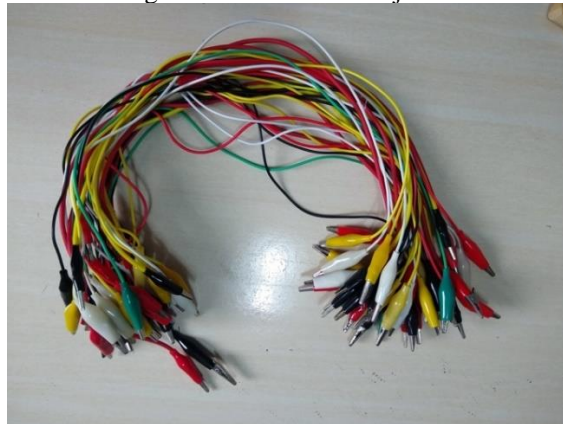
Todos os componentes que compõe o *KIT* Eletricidade podem ser vistos nas Figuras 21 a 30. As instruções de montagem podem ser vistos no Apêndice B anexado a esse trabalho.

Figura 20: Imagem fotográfica de madeira Pinus ou MDF 100 x 85 x 15 mm



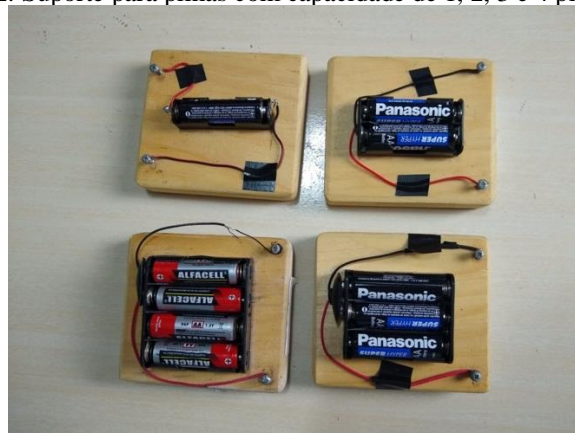
Fonte: arquivos do autor

Figura 21: Cabos / Garra jacaré



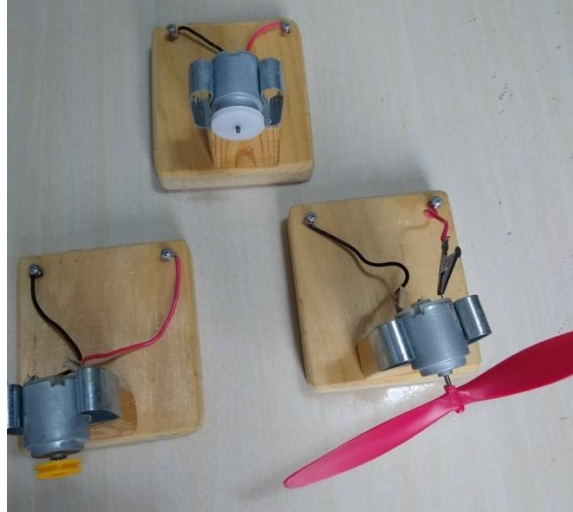
Fonte: arquivos do autor

Figura 22: Suporte para pilhas com capacidade de 1, 2, 3 e 4 pilhas 1,5 V.



Fonte: arquivos do autor

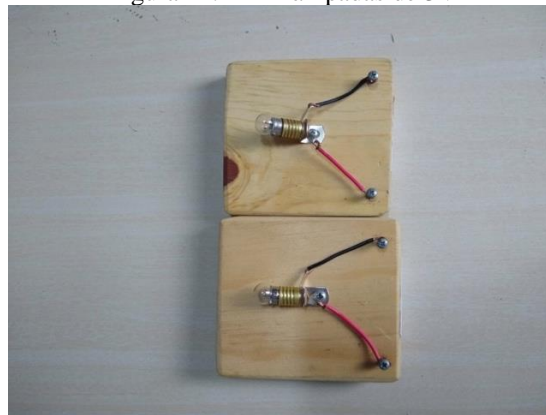
Figura 23: Motores elétricos com e sem elementos acoplados



Fonte: arquivos do autor

Os motores elétricos, como na Figura 23, podem ser retirados de equipamentos como *DVD's*, *videogames* ou outros, ou podem ser comprados em lojas especializadas. Eles não vêm com elementos acoplados. Os elementos foram postos pelo autor para ficar mais visual e interessante para os alunos.

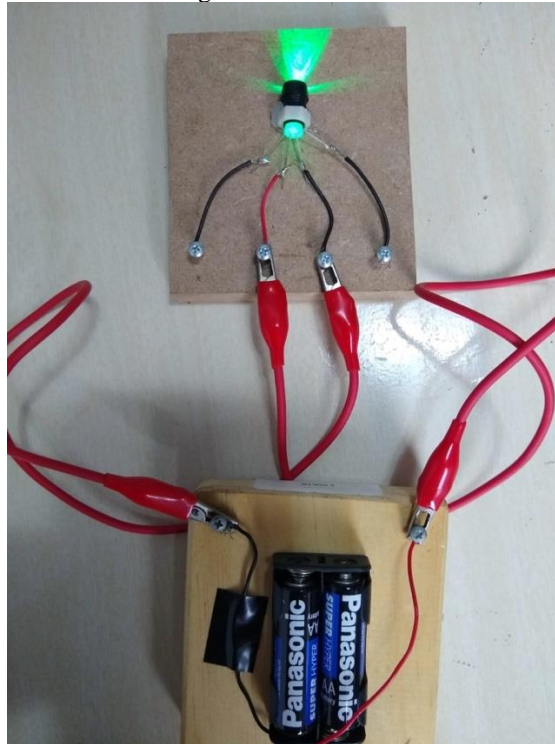
Figura 24: Mini lâmpadas de 3V



Fonte: arquivos do autor

As mini lâmpadas, como na Figura 24, serão fundamentais para os alunos estudarem a primeira lei de Ohm e a parte de circuitos de resistores.

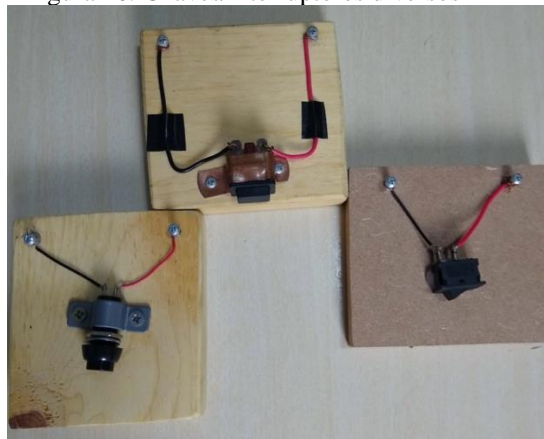
Figura 25: Led RGB



Fonte: arquivos do autor

O *LED* RGB, visto na figura 25, dependendo de onde se fecha o circuito uma cor diferente de *LED* acende, podem inclusive as três cores acenderem ao mesmo tempo. Na Figura 26, vê-se diferentes interruptores/chaves.

Figura 26: Chaves/interruptores diversos



Fonte: arquivos do autor

Figura 27: Trilho de Leds tirado de sucata e Bússola



Fonte: arquivos do autor

Figura 28: Potenciômetro

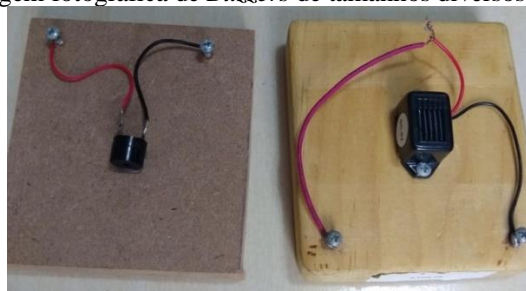


Fonte: arquivos do autor

Na Figura 27, tem-se um trilho de *LED* retirado de sucata e uma bússola. A bússola serve para chamar atenção sobre um dos efeitos da corrente elétrica que é gerar um campo magnético ao redor do fio.

O potenciômetro, Figura 28, é um componente eletrônico que possui resistência variável. Ele funcionará controlando o brilho de lâmpadas, volume em aparelhos que emitem sons, e a velocidade de operação dos equipamentos mecânicos.

Figura 29: Imagem fotográfica de *Buzzers* de tamanhos diversos 3V e 6V.



Fonte: arquivos do autor

*Buzzers*, Figura 29, são dispositivos para geração de sinais sonoros, como os encontrados em computadores.

Figura 30: Partes mecânicas retiradas de brinquedos que não eram mais utilizados.



Fonte: arquivos do autor

O *KIT* utilizado foi suficiente para uma turma com 40 alunos compartilhando todo o material. É importante salientar que o *KIT* é versátil (a variedade é importante), porém os elementos que foram retirados de sucatas, cada professor irá arrecadar os seus e muito provavelmente não serão iguais as partes aqui mencionadas, e isso não interfere no trabalho final.

### 5.5 O PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES

Para aplicação desse projeto, o *KIT* eletricidade já estava previamente pronto, mas, para escolas que possuam salas *maker*, ou espaços destinados a arte do construir com aulas no contraturno, é possível e interessante construir o *KIT* com os alunos (no Apêndice A estão listados todos os materiais necessários, e no Apêndice B, o procedimento para a construção do *KIT*).

O projeto com o *KIT* eletricidade foi aplicado em um total de 12 aulas de 50 minutos. No colégio em questão, são quatro aulas de física por semana, logo o projeto foi realizado em três semanas. É importante salientar que o tempo de execução do *KIT* pode ser adaptado conforme a disponibilidade de aula de cada professor.

O ato de planejar é sempre processo de reflexão, de tomada de decisão sobre a ação, processo de previsão de necessidades e racionalização de emprego de meios (materiais) e recursos (humanos) disponíveis, visando a concretização de objetivos, em prazos determinados e etapas definidas, a partir do resultado das avaliações. (PADILHA, 2001, p. 30)

De início, nenhuma aula prévia foi dada. Como descrito na fundamentação teórica deste trabalho, a aprendizagem por investigação é uma das principais propostas da metodologia. Nesse método, o professor é um inovador: ele promove oportunidades diferenciadas de interação entre o aluno e conhecimento. A sala foi preparada, nenhuma problematização foi posta a princípio; a intenção é que essa primeira aula fosse total surpresa para os alunos. Eles entraram em uma sala de aula descaracterizada (uma arrumação diferente da convencional, com nichos de trabalho/estudo), Figura 19, com os *KITs* espalhados pelas mesas e apenas um aviso escrito no quadro: experimente.

O quesito mistério e a arrumação diferente da sala de aula fazem parte do contexto do ensino/aprendizagem por investigação. Para que o processo seja eficiente, é necessário que os alunos estejam engajados com a proposta de ensino. O aluno não necessariamente precisa estar previamente motivado, mas a questão do mistério naturalmente motiva o adolescente a tentar descobrir o que está por vir, seguindo Piaget conforme citado por Sasseron,

Para Piaget, a construção do conhecimento é marcada pela busca da equilíbrio: quando uma nova situação é apresentada, não encontrando referências ou formas de compreensão nas estruturas já existentes, o indivíduo passa por um processo de desequilíbrio, que pode ser temporário e culmina em uma nova equilíbrio, com um novo entendimento da situação. (SASSERON, 2012, p. 12)

O primeiro momento, realizado em duas aulas de 50 minutos, foi apenas para reconhecimento do *KIT*. Os alunos chegaram numa sala previamente estruturada para a atividade, com nichos espalhados pela sala e diferentes dispositivos colocados em cada nicho. Apenas os multímetros não foram entregues, porque não seriam necessários nessa etapa. Foi dada total liberdade para eles chegarem e mexerem em tudo o que estava posto. Testaram possibilidades, se perguntarem o que daria certo e o que não daria, discutirem uns com os outros o motivo pelo qual dava certo ou não. Além disso, eles tentaram descobrir a serventia de dispositivos que nunca tinham se deparado antes, como por exemplo, o potenciômetro, o motor elétrico, entre outros. Essa etapa foi uma etapa mais de observação do professor, olhando como eles pró-ativamente tentavam e erravam ou acertavam, e as hipóteses que eles criavam para cada conclusão de tentativa. Foi anotado pela observação, na perspectiva do professor, o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto, e o compartilhamento de ideias e descobertas.

Houve circuitos em curto, houve circuitos abertos, houve *LEDS* danificados, e nesses casos o professor comentava que não tinha problema, que tinha peça de reposição, e aproveitava a oportunidade para perguntar: o que tinha acontecido? Por quê?

É importante que se dê espaço para erro; na abordagem “aprenda fazendo”, o erro tem papel fundamental na aprendizagem.

Figura 31: Registro dos alunos utilizando o KIT na primeira etapa de desenvolvimento do trabalho.



Fonte: arquivos do autor

Na terceira aula, realizada na mesma sala, foi incentivado a expressão das ideias adquiridas pela prática. Um debate sobre tudo o que aconteceu ali. O professor começou com questionamentos do tipo:

- O que vocês notaram de interessante?
- Teve algo que vocês não sabiam antes e agora sabem?
- O que vocês aprenderam?

Sempre que um posicionamento conflitante entrava em cena, a investigação era uma forma de esclarecer as dúvidas e testagens puderam ser feitas no momento em que os tais conflitos aconteciam.

Na quarta e quinta aulas, foram feitas reunindo todas as informações que os alunos expressaram em um estudo dirigido utilizando o quadro. Foram discutidos conceitos como corrente elétrica, diferença de potencial, resistência, geradores, circuito elétrico, receptores, condutores e isolantes.

Na sexta etapa, foi apresentado aos alunos os medidores elétricos, os multímetros. Foi explicado aos alunos, como utilizar o multímetro para medir corrente elétrica em diferentes partes de um circuito, tensão elétrica entre dois pontos e a resistência elétrica.



Figura 32: Registro de um aluno utilizando um multímetro para medir tensão nas pilhas utilizadas no circuito



Fonte: arquivos do autor.

Na sétima aula, foram dados alguns desafios práticos aos grupos. Por meio de circuitos simples, utilizando as mini lâmpadas, o desafio era medir a resistência, a tensão elétrica das pilhas e a corrente elétrica do circuito, para que pudessem encontrar uma relação entre eles.

Na oitava aula, foram apresentadas a primeira e a segunda lei de Ohm através de aula expositiva e reunindo todo o conhecimento adquirido até então.

Na nona e décima aulas, mais alguns desafios práticos. Realizar as mesmas medidas do desafio anterior, porém, em circuitos com mais lâmpadas. Esses desafios foram mesclados com partes teóricas de associação de resistores como mostrado na Seção 6.5.

As duas últimas aulas da proposta foram regadas a desafios envolvendo circuitos elétricos mais complexos e a resolução teórica de exercícios de circuitos mistos. Vale salientar que foi descrito acima apenas as partes relacionadas as atividades do projeto em si, deixando de lado os exercícios da apostila que foram incentivados a fazer em casa sendo corrigidos em sala de aula.

Todos os desafios mencionados foram propostos na forma impressa, como mostrado na Figura 33. O aluno, bem como o professor, tinha ciência do próprio desenvolvimento à medida que ele ia conseguindo preencher com X as diferentes etapas dos desafios.

Embora a escola tenha os métodos de avaliação atrelados às provas, o foco das avaliações dessa atividade como um todo, foi processual, atrelado as discussões em sala, ao aproveitamento nos desafios, e ao *feedback* prático.

Figura 33: Exemplo de uma das folhas de desafios entregue aos alunos como um modo de avaliação constante e como um parâmetro para autoavaliação. Foi utilizada nas duas primeiras aulas.

Marque com um (x) os desafios que foram cumpridos.

Acenda uma Lâmpada	Acenda uma Lâmpada usando uma chave (interruptor)	Acenda duas lâmpadas
Faça o motor funcionar	Ligue o buzzer com uma chave	Faça funcionar uma parte de um brinquedo.
Ligue uma lâmpada e o buzzer no mesmo circuito.	Faça o motor funcionar com a chave	Acenda um led
Faça um circuito capaz de controlar o brilho de uma lâmpada.	Ligue duas lâmpadas, sendo que apenas uma funciona com a chave.	Faça o desenho abaixo, de dois dos circuitos elétricos da lista.
Circuito 1		Circuito 2

Fonte: O autor.

Mais uma vez é importante salientar que embora a proposta seja para 12 aulas, a versatilidade do *KIT* deixa a cargo do professor utilizá-lo por menos ou por mais aulas. Os desafios feitos são apenas uma sugestão de atividade. O professor que utilizar tem total liberdade para criar outros desafios, ou utilizar os já propostos, e ainda, aumentar o *KIT* com dispositivos não utilizados nesse projeto.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises realizadas nesse capítulo são referentes à aplicação do projeto dessa dissertação. O objetivo não foi comparar uma turma utilizando o *KIT* eletricidade com outra sem o *KIT*, mas fazer um mapeamento pré-aulas dos conhecimentos prévios dos alunos, quanto ao conteúdo e seguir a construção do conhecimento da turma a medida que as avaliações processuais foram sendo realizadas.

Para Moreira (2012), o que se deve avaliar, dentro do enfoque aprendizagem significativa, é a compreensão, a captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento à situações novas de forma progressiva, ao longo do processo instrucional.

O projeto foi desenvolvido em turmas do segundo ano do ensino médio. Foram duas turmas, sendo uma de 20 alunos e outra de 40 alunos, nos anos de 2018 e 2019, respectivamente.

Para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, foi aplicado um pré-teste, em formato de questões subjetivas envolvendo partes fundamentais do conteúdo de eletrodinâmica.

### 6.1 AVALIAÇÃO PRÉVIA

A Tabela 1 mostra o resultado resumido do teste aplicado. Para análise das repostas, levou-se em consideração os conceitos cientificamente aceitos. O acerto parcial significa que o embora muitos alunos tenham uma noção prévia do conteúdo, os conceitos em si não se apresentam completos. Quanto ao item “Não respondeu”, foi considerado que o aluno ou não quis responder, ou, segundo avaliação própria, não tinha nenhuma noção de como responder ao questionamento.

Tabela 1: Percentagem de acerto dos alunos, quanto ao pré-teste aplicado.

Correção \ Questões	Correto	Errado	Não respondeu	Acerto Parcial
Questão 1	20%	36,7%	33,3%	10%
Questão 2	13,3%	70,0%	16,7%	0%
Questão 3	45%	13,3%	18,3%	23,4%
Questão 4	5%	30%	61,7%	3,3%
Questão 5	6,67%	18,3%	61,7%	13,33%
Questão 6	10%	16,7%	8,3%	65%
Questão 7	23,3%	20%	51,7%	5%
Questão 8	72,6%	18,3%	9,1%	0%

Fonte: o autor

A seguir estão apresentados as questões e um breve diagnóstico sobre as respostas dadas pelos alunos:

Questão 1 – O que é corrente elétrica?

Embora todos tenham uma noção do que é corrente elétrica, verificou-se com essa pergunta prévia que é difícil para o aluno externalizar tal conhecimento. Alguns responderam se referindo a energia, enquanto 20% respondeu corretamente que é o movimento ordenado de cargas elétricas. 33,3% abstiveram de responder, ou não conseguiram colocar em palavras o que pensava sobre corrente.

Questão 2 – Qual unidade é utilizada para representar corrente elétrica?

Muitas foram as respostas obtidas para essa pergunta, por exemplo: Volts, Watts, Joule. 13,3% dos alunos corretamente disseram Ampère. De certa forma, mostra uma confusão prévia, relacionado aos conceitos básicos da eletricidade.

Questão 3 – Defina circuito elétrico

Circuito elétrico como sendo uma ligação fechada entre diferentes partes, contendo pelo menos um gerador, foi corretamente respondido por 45% dos alunos. O simples conceito de que para ser um circuito elétrico é necessário que o caminho seja fechado passou despercebido por 23,4% dos alunos.

Questão 4 – Qual a diferença entre tensão elétrica e corrente elétrica?

Essa foi a pergunta que demonstra maior confusão prévia dos alunos. Todos já tinham ouvido falar em Volts, ou a forma popular chamada de voltagem, e em Ampère, mas o conceito e a diferença entre eles é algo que escapava à maioria. 61,7% dos alunos não responderam a essa questão.

Questão 5 – O que é resistência elétrica?

O conceito de resistência elétrica é um dos conceitos mais fundamentais da eletrodinâmica no ensino médio, apenas 6,67% dos alunos tinha um conhecimento prévio correto quanto a esse conceito. Enquanto 61,7% não responderam à pergunta, os alunos que responderam corretamente são alunos que se adiantaram no estudo do conteúdo em relação à sala, seja por costume, ou por estarem estudando para olimpíadas científicas.

Questão 6 – Dê exemplos de geradores, receptores e resistores no seu cotidiano.

65% dos alunos acertaram parcialmente a questão. A grande maioria dos erros residiu no desconhecimento da diferença entre receptores e resistores.

Questão 7 – As lâmpadas na rede elétrica de uma residência, estão associadas em Série ou em Paralelo?

Os termos Série e Paralelo, a princípio, causaram estranheza para a maioria. Alguns dos alunos que acertaram reconheceram depois que chutaram a resposta. Mesmo assim, 51,7% dos alunos não responderam à pergunta.

Questão 8 – O que acontece com uma lâmpada quando colocada em uma tensão elétrica maior do que requerida?

Esse foi o questionamento com maior taxa de acerto do pré-teste, embora em discussão posterior, poucos sabiam explicar de forma aceitável o motivo pelo qual acontecia. 72,6% dos alunos acertaram a questão, enquanto 18,3% erraram e 9,1 não responderam.

#### 6.1.1 Análise Qualitativa da Avaliação Prévia

A avaliação prévia mostrou que embora muitos alunos tenham uma noção prévia sobre os conceitos relacionados a eletricidade, é muitas vezes difícil para eles expressar seus próprios conhecimentos. O mundo atual é totalmente sustentado pela eletricidade, e isso dá uma noção prévia da importância do conteúdo a ser estudado. Porém, os conceitos relacionados a eletricidade são conceitos abstratos como diferença de potencial, corrente elétrica e resistência elétrica o que dificulta aos alunos responderem questões específicas.

Nota-se também que a posição geográfica da escola influenciou em uma das respostas; a tensão elétrica em Curitiba é 110V, enquanto a tensão em Santa Catarina, estado vizinho, é 220V. Embora a maioria dos equipamentos hoje seja bivolt (podem ser ligados tanto em 110V quanto em 220V), muitos já tiveram que lidar com a diferença entre a tensão nas tomadas nas diferentes cidades, por isso a percentagem de acerto da última pergunta foi a maior. Isso mostra que quanto mais significado for possível dar ao conteúdo estudado, relacionando as práticas com o cotidiano, melhor é a construção do conhecimento por parte dos alunos. À título de conhecimento, se um dispositivo feito para funcionar em 110V for colocado em uma tomada 220 V, ele funcionará com uma potência quatro vezes maior e será danificado. Se o contrário for realizado, o dispositivo funcionará com uma potência quatro vezes menor, prejudicando o seu funcionamento correto.

Como a maioria dos alunos tiveram dificuldades nos conceitos básicos, as duas primeiras aulas foram fundamentais para conceber, por meio da aprendizagem por descoberta, organizadores prévios para servirem de pontes cognitivas entre os novos conhecimentos e as estruturas cognitivas já existentes nos alunos.

## 6.2 ANÁLISE SOBRE AS DUAS PRIMEIRAS AULAS

De posse das dificuldades demonstradas pelo pré-teste e antes de qualquer discussão teórica sobre o assunto, os alunos foram incentivados a explorar todos os componentes do *KIT* da maneira que desejassem. De início os alunos ficaram tímidos - não era comum na escola tamanha liberdade em uma aula. Notei que muitos nunca tinham visto, ou tido a oportunidade de mexer em componentes como *LED'S*, mini lâmpadas, motores, interruptores, entre outros. Algumas das questões levantadas na prévia, logo começaram a ser lembradas e respondidas por eles mesmos na prática.

- “Sempre o circuito tem que ser fechado para a lâmpada acender”

- “O *LED* funciona só de um lado, se ligar do outro não funciona”

- “O motor funciona dos dois lados”

- “Com uma pilha a lâmpada acende bem fraquinho, mas se coloco mais o brilho dela aumenta”

- “Professor, o que acontece se eu ligar várias coisas nessa pilha?”

Por meio de comentários e questionamentos como os mostrados acima, a aula foi se desenvolvendo. A avaliação da construção do conhecimento começou nesse momento; os mesmos alunos que não sabiam definir o que era um circuito elétrico, agora estavam realizando na prática um circuito, errando e acertando. Alguns deles sentiram a necessidade da representação artística dos componentes para que pudessem explicar para outros os circuitos que tinham montado. Nesse momento, pedi a atenção deles e desenhei no quadro como fazemos um desenho esquemático de um circuito.

Um dos alunos perguntou: “Professor, sempre tem que ter alguém que dê energia e outro pra receber? E se eu não colocar nada no circuito, só as pilhas?”

Foi uma ótima oportunidade para adiantar o conceito de curto circuito e alertá-los para não fazerem isso, pois causaria o descarregamento das pilhas muito mais rápido. Se apenas for ligado o fio condutor nos dois polos das pilhas, a gerador cederá a maior corrente possível por ela entregue, essa corrente é chamada de corrente de curto circuito.

Outro aluno avisou: “Professor, acho que queimei um *LED!*” Outra ótima oportunidade, o “erro” em uma atividade de aprendizagem por descoberta, não é fonte para castigo e sim uma ponte para a aprendizagem. Pedi mais um momento de atenção, e após perguntar sobre o circuito feito pelo aluno, ele próprio chegou na conclusão que “... eu dei mais energia do que o *LED* aguenta”.

A avaliação dessas duas aulas foi feita por meio das discussões geradas em sala, e dos desafios entregue na segunda aula, Figura 33.

Os desafios eram:

1. Acenda uma lâmpada.
2. Acenda uma lâmpada usando uma chave (interruptor).
3. Acenda duas lâmpadas.
4. Faça o motor funcionar.
5. Ligue o *buzzer* com uma chave.
6. Faça funcionar uma parte de um brinquedo.
7. Ligue uma lâmpada e um *buzzer* em um mesmo circuito.
8. Faça o motor funcionar com uma chave.
9. Acenda um *LED*.
10. Faça um circuito capaz de controlar o brilho de uma lâmpada.
11. Ligue duas lâmpadas, sendo que apenas uma funcione com uma chave.
12. Faça o desenho esquemático de dois dos circuitos realizados.

Os desafios foram entregues em papéis impressos para que os alunos pudessem marcar as partes já realizadas. Nem todos os alunos conseguiram terminar os desafios considerando as duas primeiras aulas. Por isso, parte da terceira foi utilizada para tal. Os alunos que tinham maior facilidade terminaram mais rápido e começaram a ajudar seus pares, atingindo pontos importantes das competências da BNCC como empatia, cooperação e comunicação.

Os desafios que se apresentaram mais difíceis foram os desafios 10 e 11. O desafio 10 porque os alunos não sabiam o que era um potenciômetro e para que servia. Mas logo que um dos grupos descobriu para que servia tal componente, fizeram questão de repassar o conhecimento aos demais. O desafio 11 é o desafio base para a discussão sobre associação de componentes em série e em paralelo. Mesmo sem citar os nomes Série e Paralelo, os alunos conseguiram associar esse tipo circuito com os circuitos feitos nas residências.

Sobre essas primeiras aulas o feedback foi muito positivo, nas duas turmas que o *KIT* foi aplicado, era notório a motivação dos alunos para completar os desafios :

“Obrigado, professor, foi legal demais ver como tudo funciona”

“ Professor, foi a primeira vez que mexi com essas coisas, achei massa”

“ Posso fazer aquele questionário de novo, professor?”

### 6.3 ANÁLISE SOBRE AS AULAS TRÊS, QUATRO E CINCO

A terceira aula foi utilizada para deixar claro para o professor e para os próprios alunos os seus conhecimentos prévios e o que já tinha sido modificado em termos de conhecimento com a prática anterior. É raro para um professor saber de fato o conhecimento prévio dos seus alunos por meio de apenas conversa; por isso, além do quesito “descoberta”, é que foram feitos os desafios práticos. As situações-problemas são as formas mais efetivas de identificar os conhecimentos prévios dos alunos. Mas também é importante mostrar para os alunos o ponto em que eles se encontram, e quais objetivos o professor gostaria que ele atingissem, com mostra a PCN,

Para que uma aprendizagem significativa possa acontecer, é necessário investir em ações que potencializem a disponibilidade do aluno para a aprendizagem, o que se traduz, por exemplo, no empenho em estabelecer relações entre seus conhecimentos prévios sobre um assunto e o que está aprendendo sobre ele. (BRASIL, 1998).

Então os alunos, ainda em grupos, separados em nichos pela sala de aula, tiveram oportunidade de expressar suas ideias diante de algumas perguntas chaves feitas pelo professor:

O que vocês notaram de interessante na prática que fizemos?

Teve alguma coisa que vocês não sabiam antes e agora sabem?

Teve alguma coisa que vocês acharam que era correto e pela prática viram que era diferente?

Algumas das respostas:

“Nunca tinha visto um *LED*, ou um potenciômetro, ou um motor na minha frente, professor. Não sabia o que era uma garra jacaré e acho que não tinha a noção de que tinha que fazer um caminho fechado para tudo funcionar.”

“Não sabia que fazia diferença de como você liga tudo na pilha, o led só funciona de um lado.”

“E o motor gira ao contrário, quando você liga diferente na pilha.”

“Agora sei como funciona o controle do brilho das lâmpadas lá de casa”

“Achei muito legal aqueles robôzinhos (se referindo aos dispositivos mecânicos tirados de brinquedos), o circuito de brinquedos é muito simples.”

“Professor, a gente consegue fazer o circuito elétrico de uma casa? De uma casa de boneca por exemplo?”

“Se coloca pilha com menos energia que o necessário, algumas coisas funcionam mais devagar, e outras nem funcionam.”



De posse de todo esse material, as aulas quatro e cinco foram planejadas de modo a ressignificar conceitos físicos e a conceituar, de modo organizado, grandezas físicas como corrente elétrica, resistência, diferença de potencial, condutores, isolantes, e corrente contínua.

No quadro foi posto o conceito de corrente elétrica, os efeitos térmicos, químicos, magnéticos e fisiológicos que ela produz. Foi discutido o conceito de diferença de potencial e a conceito de circuitos elétricos. Uma pré-discussão sobre as leis de Ohm também foi realizada.

#### 6.4 ANÁLISE SOBRE AS AULAS SEIS, SETE E OITO

A sexta aula do projeto foi planejada para que os alunos aprendessem de forma prática a serventia e como utilizar o multímetro. Foi pedido para os alunos que quem tivesse em casa trouxesse e o professor disponibilizou mais cinco multímetros. No total, na turma de 40 alunos tinha oito multímetros, enquanto na turma de 20 alunos, tinha seis. Nos mesmos grupos formados no início, eles se dividiram e passaram a explorar, conduzido pelo professor, todas as opções do multímetro.

Figura 34: Registro fotográfico de um aluno explorando o funcionamento do multímetro.



Fonte: arquivos do autor.

A Figura 34 mostra um aluno explorando o funcionamento do multímetro, medindo a tensão entre dois diferentes metais (cobre e alumínio) quando ligado em um circuito fechado com as próprias mãos. O aluno tentava perceber (ideia dele) se há marcação de uma diferença de potencial entre as duas mãos, quando colocado o mesmo metal dos dois lados, se mudava algo se colocasse dois metais diferentes, e se teria diferença antes e depois de fazer exercícios físicos. Essa atividade não estava no planejamento.

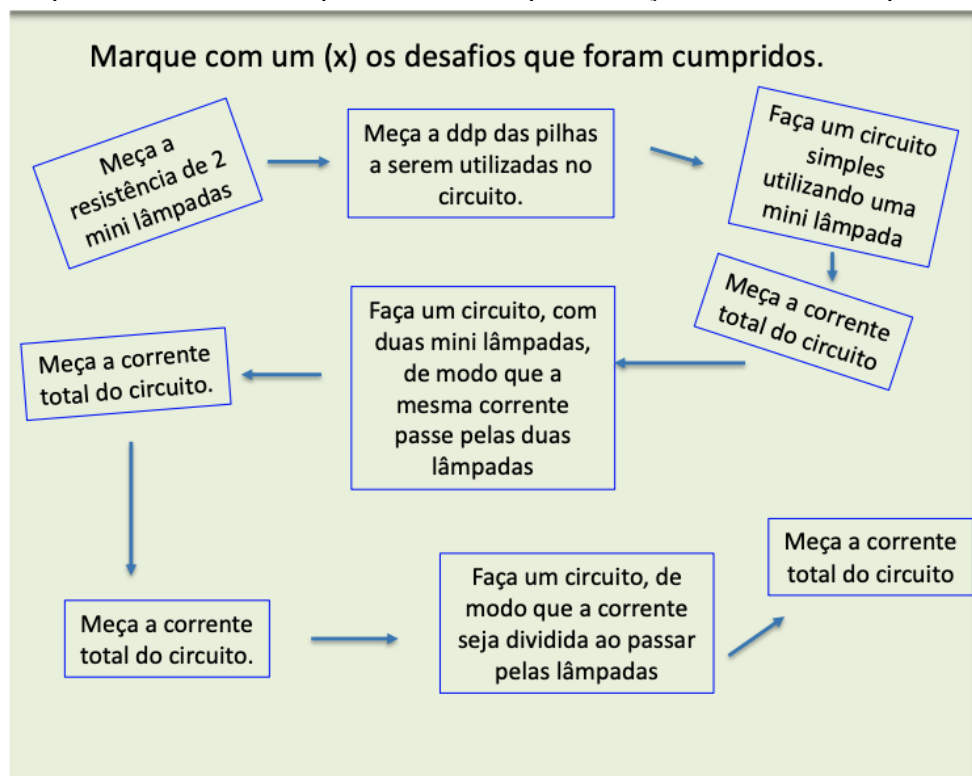
Figura 35: Registro fotográfico dos alunos usando o multímetro para medir corrente, resistência e tensão em um circuito simples.



Fonte: arquivos do autor.

Tendo aprendido como utilizar o multímetro, uma segunda parte prática de desafios foi repassada para os alunos. O intuito foi de avaliar o aprendizado quanto a utilização do multímetro, bem como o entendimento da serventia prática do mesmo. Além disso, os desafios visavam a descoberta por parte dos alunos, da primeira lei de Ohm, além de uma introdução ao conteúdo de associação de resistores.

Figura 36: Cópia da lista de desafios repassada aos alunos para utilização do multímetro e a prática de circuitos.



Fonte: O autor

À medida que os alunos iam tendo dificuldade de construir os circuitos, o professor e os próprios alunos que tinham mais facilidade, foram mediando a prática.

Durante a atividade algumas perguntas chave foram escritas no quadro:

Tem alguma relação entre a diferença de potencial dada ao circuito, a resistência e a corrente elétrica medida?

Qual relação é essa?

O que acontece, se a resistência total no circuito for aumentada?

O que aconteceu com a corrente quando os dois componentes foram ligados um após o outro? E quando foram ligados dividindo a corrente total?

Essa foi a prática mais difícil entre todas as atividades. Eram muitas variáveis para se prestar atenção. Os alunos tinham que fazer a medição prévia tanto da tensão da pilha, quanto das resistências das mini lâmpadas, montar o circuito, pensar na escala do multímetro e em como encaixá-lo corretamente a cada um dos circuitos feitos e anotar cada passo. Aos poucos a atividade foi se desenvolvendo.

Segue alguns dados tomados por um dos grupos:

Tabela 2: Dados tomados por um dos grupos de alunos, relacionados ao desafio 2.

DDP Pilhas	Resistência Mini Lâmpada 1	Resistência Mini Lâmpada 2	Corrente elétrica circuito mini lâmpada
5,28 V	36Ω	-	78 mA
5,28 V	36Ω	22 Ω	78 mA (em série)
5,28 V	36Ω	22 Ω	398 mA (em paralelo)

Fonte: o autor

Figura 37: Registro fotográfico de circuitos feito pelos alunos seguindo o desafio 2.

(a) mostra a corrente sendo medida em um circuito com uma mini lâmpada. O sinal negativo mostra apenas que a polaridade está invertida. (b) mostra a tensão medida na associação de pilhas.



(a)

(b)

Fonte: arquivo do autor

A discussão das perguntas feitas no quadro ocupou grande parte da nona aula. A dificuldade em fazer circuitos mais complexos e colocar o multímetro de forma adequada para medir corrente elétrica foi evidente. Chegamos a um resultado aproximado da primeira lei de Ohm e a segunda lei também foi discutida.

Algumas das respostas dos alunos:

“Se a gente multiplicar a corrente pela resistência dá quase a energia da pilha.”

“Se a gente coloca uma resistência maior, a corrente diminui.”

“Se eu uso mais pilhas, aparece mais corrente.”

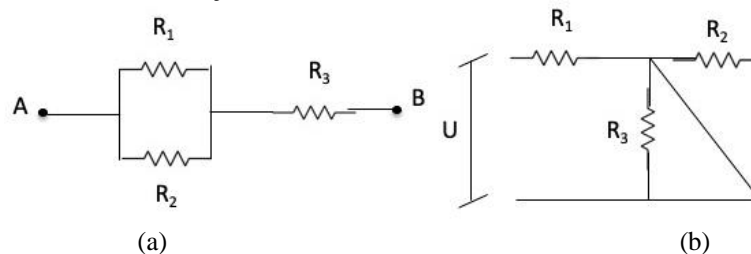
“A corrente é menor no circuito em que a corrente se divide do que no outro.”

“A gente pode escrever que  $R = U / i$ .”

## 6.5 ANÁLISE DAS AULAS NOVE ATÉ A DÉCIMA SEGUNDA

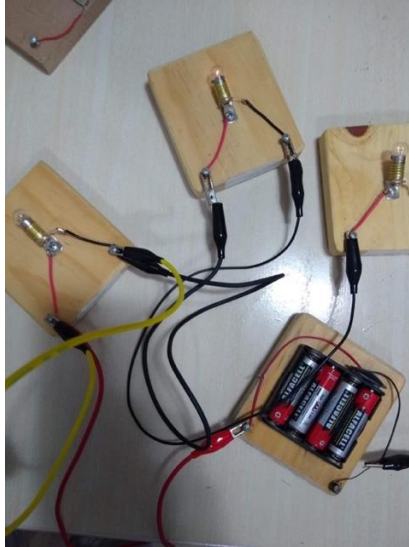
Seguindo o planejamento, nas aulas nove e dez foram definidas no quadro as características de associação em série e em paralelo, e associação mista, mesclando um pouco com o desafio prático de montar o mesmo circuito teórico e observar se as medidas concordam com a teoria.

Figura 38: Circuitos mistos dados como exercícios para os alunos na nona aula. (a) circuito envolvendo associação em Série e em Paralelo. (b) circuito envolvendo curto circuito.



Fonte: o autor

Figura 39: Circuito feito na prática seguindo o modelo (a) da figura 38



Fonte: arquivo do autor

No segundo circuito (Figura 42 (b)), foi definido o conceito de curto-circuito com os alunos. Fazendo o experimento com as mini lâmpadas, fica bem visual as características de um circuito em curto. No caso do exemplo realizado, duas das três lâmpadas não acenderam, o que causou um certo desconforto, porque a princípio, a grande maioria dos alunos pensava que tinham feito o circuito errado, que a corrente ao chegar no primeiro nó, se dividiria em três partes.

“ Professor, acho que fizemos alguma coisa errada?”

“Achei que as lâmpadas 2 e 3 acenderiam mais fracas por que a corrente se dividiria em 3”

“Só a 1ª lâmpada acendeu, o restante da corrente foi pelo caminho que não tinha nada”

Discutimos que em um nó, quanto menor a resistência por um caminho, maior a corrente que passa por aquele caminho. Se não houver nenhuma resistência, toda a corrente passará por aquele caminho.

Segue alguns dados tomados por um dos grupos no circuito com curto-circuito:

Tabela 3: Dados tomados por um dos grupos de alunos no circuito com curto-circuito

Resistência das mini Lampadas	Corrente elétrica na lâmpada 1	Corrente elétrica na lâmpada 2	Corrente elétrica na lâmpada 3
$L_1 - 18 \Omega$	142 mA	0 mA	0 mA
$L_2 - 22 \Omega$			
$L_3 - 39 \Omega$			
DDP do circuito	DDP na lâmpada 1	DDP na lâmpada 2	DDP na lâmpada 3
2,43 V	2,38 V	0,00 V	0,00 V

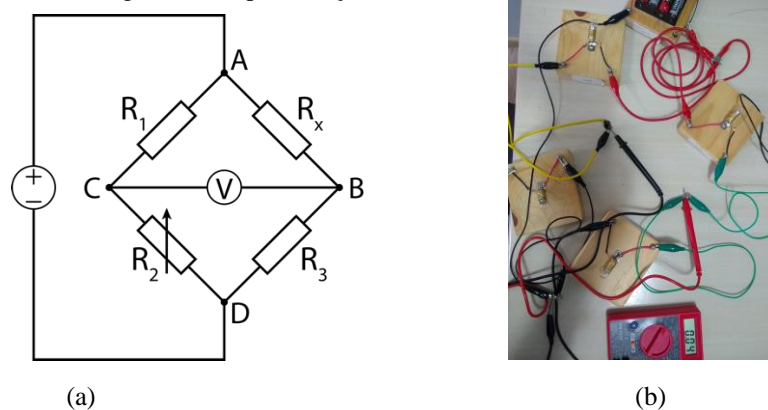
Fonte: o autor

A partir dos dados obtidos, os alunos puderam confirmar que a resistência equivalente do circuito equivale apenas a lâmpada 1, ou seja, podemos retirar a lâmpada 2 e 3 sem alterar em nada o circuito.

As duas últimas aulas foram de retomada de tudo que tinha sido feito até ali. Foram repassados os conceitos físicos de corrente elétrica, tensão, resistência, 1ª e 2ª lei de Ohm, além das características dos circuitos elétricos, sejam eles em Série, em paralelo ou mistos, as perguntas do questionário inicial foram retomadas. O *feedback* foi bastante positivo.

Um dos circuitos estudados, que ficou como desafio final, foi o circuito relacionado a ponte de Wheatstone. Ao invés de colocar na parte do meio da ponte o voltímetro, foi incentivado que os alunos colocassem mais uma mini lâmpada para perceber se ela acenderia ou não.

Figura 40: Representação de uma Ponte de Wheatstone



Fonte: o autor

Na figura 45 é possível ver que a diferença de potencial entre os pontos A e D é aproximadamente zero; ou seja, ao ligar qualquer um dos componentes entre aqueles pontos, não funciona.

O resultado prático dessa atividade com a ponte de Wheatstone é surpreendente. Esse foi um desafio posto para quem quisesse tentar, e o resultado visual foi muito interessante, pois a lâmpada do meio não acendeu, quando colocaram 4 lâmpadas iguais em volta, mas ao trocar uma das lâmpadas por um led, a lâmpada do meio brilhava fraco, provando empiricamente a descoberta de Charles Wheatstone. Apenas um grupo conseguiu chegar na disposição correta. A atividade embora surpreendente se mostrou de difícil execução. Analisando depois teria sido mais fácil demonstrar utilizando 4 resistores iguais e um *LED*.

Mediante o uso do *KIT* de eletricidade, os alunos puderam ter uma noção prática da eletrodinâmica, além de obter subsunçores que poderão ser utilizados como base para aprofundamento do conhecimento. Habilidades não apenas técnicas, mas também comportamentais foram trabalhadas em cada etapa do desenvolvimento do projeto, de modo a

auxiliar o aluno a lidar com frustrações, gerir stress de não conseguir montar um circuito em específico, além de utilizar-se de empatia ao se disponibilizar a ajudar um colega ou ser ajudado por um colega, e inteligência emocional.

Para um *feedback* final, foram feitas duas perguntas aos alunos:

O que você achou das práticas das últimas semanas?

Você teve dificuldade em utilizar o *KIT*?

Seguem algumas das respostas:

“Muitas vezes os alunos se perguntam qual a utilidade do que aprendem em sala, pois os conceitos podem soar abstratos. E é por isso que eu acredito que a parte experimental é muito importante para a consolidação do aprendizado, pois ver os fenômenos acontecendo ao vivo não só faz com que você lembre do conteúdo por muito tempo, como também permite que o aluno se sinta protagonista e veja as reais aplicações do que é aprendido em sala.”

“Eu não tive grandes dificuldade em usar o *KIT* de eletricidade que nos foi apresentado em sala, pois meu pai já os utilizou comigo durante uma reforma em casa, mas antes da aula eu não sabia como avaliar os dados e o que significam as posições no multímetro. E, com o auxílio e explicação do professor, agora consigo manuseá-lo e compreender o que obtive.”

“Eu, como aluna, tenho certa dificuldade em conectar nossa realidade com a teoria aprendida na escola. Para mim, a parte experimental foi de suma importância para auxiliar a ligar a parte teórica da parte prática. Ainda não é uma ligação tão boa quanto eu gostaria, mas ao tirar o conteúdo da sala de aula e usar essa experimentação, mesmo que seja apenas uma representação prática, auxiliou, ao ligar teoria e prática, a entender como alguns conceitos de elétrica estão presentes no cotidiano”

“O mais importante, acho, é conseguir aprender intuitivamente conceitos que vemos na teoria, fica muito mais fácil entender como as coisas funcionam e conseqüentemente, muito mais interessante tentar descobrir o porquê. “

“Usar o *KIT* foi bem de boa”

Figura 41: Registro fotográfico de alunas no quadro desenhando um dos desafios antes de tentar montar o circuito na prática



Fonte: arquivo do autor



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *KIT* de eletricidade vem como uma alternativa de ensino da eletrodinâmica, em que o aluno desenvolve o conhecimento no seu tempo, e envolto em um ambiente propício à aprendizagem, de modo a utilizar dispositivos muito presentes no dia a dia e a conectar a teoria requerida pela BNCC, com a prática. Não há um manual sobre o que fazer ou como fazer, apenas desafios a serem realizados. Um ponto extremamente positivo da prática inicial foi a preparação da sala de aula para a chegada dos alunos. A sala descaracterizada, com objetos que muitos deles nunca viram, e uma proposta de descoberta por tentativa foi extremamente estimulante em um primeiro momento para os alunos.

A aprendizagem ativa, ou o aprender fazendo como demonstrado pelas atividades com o *KIT*, tem como características principais:

- Envolver o aluno numa atividade mais do que fazê-lo escutar explicações;
- Foco no desenvolvimento de habilidades do que a simples transmissão de informações;
- Incentivar o aluno a ser agente ativo do processo de aprendizagem, explorando, lendo, discutindo, realizando e desenvolvendo habilidades de pensamento como análise, síntese e avaliação;
- Dar um norte para o aluno, onde ele tem que chegar e dar oportunidade de autoavaliação para saber em que ponto do caminho ele se encontra.

Foi possível perceber o engajamento dos alunos quanto a tais características em praticamente todos os momentos das atividades iniciais. O “errar” foi um fator presente em todas as práticas, foram conexões que não davam certo, medidas equivocadas, *LEDS* danificados, mas isso não foi visto como algo ruim, e sim como parte de um processo de construção do conhecimento. “O erro revela, para aquele que aprende, a inadequação de seus esquemas e evidencia a necessidade da construção de outros e/ou a reformulação daqueles previamente existentes.” (SILVA, 2008). Todas as vezes que um aluno perguntava se podia fazer algo, a resposta era sempre a mesma: “Tenta.”

As avaliações foram feitas de modo processual e por meio de exercícios e desafios com o objetivo de mostrar ao aluno em que ponto do processo de aprendizagem ele estava, e guiar o professor pelos próximos passos. Analisando as respostas dos alunos a essas atividades, e as perguntas que surgiam em sala, ficou claro a evolução do aprendizado se comparado ao teste feito inicialmente. Com o tempo os termos foram se incorporando ao modo deles se expressarem, ao invés de “energia da pilha”, “tensão” ou “ddp” foram sendo corretamente

utilizados como um conceito que denota energia por unidade de Coulomb. O termo corrente elétrica foi corretamente incorporado como o movimento ordenado de carga, entre outros conceitos.

Foi extremamente gratificante ver a participação dos alunos nas atividades, colocando a “mão na massa” e aprendendo a física na prática. Foi interessante ver as possibilidades e ideias que surgiram durante o processo, desde a construção de circuitos como partes de desenhos, até a ideia de construir a rede elétrica em uma casa de bonecas. As possibilidades de exploração da prática aprendida são praticamente infinitas. É válido destacar que embora a prática tenha sido planejada e executada de modo escrito nessa dissertação, as salas de aula pelo Brasil são heterogêneas, então é importante que o professor que for aplicar o *KIT* aqui proposto entenda a sua turma e adapte as práticas conforme as suas necessidades.

Ao passar das aulas, a novidade quanto à utilização do *KIT* foi se tornando menor. Por isso, muitas vezes as propostas eram dadas como desafios, como meio de estimulá-los. Mas alunos diferentes têm modos de encarar os fatos diferentes; o engajamento diminuiu quando foi solicitado as medidas com os multímetros. Inicialmente, os alunos tiveram bastante dificuldade para montar circuitos e medir a corrente com o multímetro, mas uma vez ensinado, ficou tudo mais intuitivo.

Mesmo com todas as dificuldades, os desafios foram cumpridos e o projeto foi realizado com sucesso. Ele pode ser adaptado para mais ou menos aulas, conforme a necessidade a disponibilidade de aulas que o professor tem. É importante salientar que o aprendizado ativo não consiste em qualquer atividade que incite os alunos a participação, mas em atividades ou experiências com objetivos claros, programadas exclusivamente para um público em específico, baseado nos conhecimentos prévios destes, com o intuito de fomentar aprendizagem significativa. E nesse contexto, o *KIT* eletricidade pode ser considerado um material didático significativo de auxílio ao ensino de eletricidade.

## REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F. *et al.* **Inquiry in Science Education: International Perspectives.** Illinois, Estados Unidos: Science education, v. 88, n. 3, p. 397-419, 2004.
- AUSUBEL, D. P. *et al.* **Educational Psychology: A cognitive View.** Nova York, Estados Unidos: Holt, Rinehart and Winston inc., v.6, 1968.
- BELLAN, C. L. **Kits didáticos para o ensino de circuitos elétricos feitos com materiais de fácil acesso e de baixo custo.** Dissertação (Programa de Pós-graduação em Física) – Faculdade de Física, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.
- BORGES, A. T. **Novos Rumos Para o Laboratório de Ciências.** Florianópolis: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, dez. 2002.
- BONWELL, C. C., EISON, J. A. **Active learning: Creating excitement in the classroom - ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1.** Washington, DC, Estados Unidos: ERIC Clearinghouse on Higher Education, George Washington University, 1991.
- BLAKEMORE, S-J. **The learning brain: lessons for education.** Oxford, Reino Unido: Blackwell Publishing, 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018
- BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Vol. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: 2002.
- BUCKLEY, A., HARVEY, K. **"Squishy Circuits": A Novel Way of Teaching Electricity--with Playdough!.** Estados Unidos: Primary science, n. 135, p. 12-14, 2014.
- CASTELLS, M. **The network society: from knowledge to policy.** Washington, DC, Estados Unidos: Johns Hopkins Center for Transatlantic Relations, 2005.
- CERVO, A. L., BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica: para uso dos estudantes universitários.** 3. ed. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1983.
- COLIN, L. D., CHIN, D. B. **Can Tinkering Prepare Students to Learn Physics Concepts?.** *In:* AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE, 2016. Estados Unidos, 2016.
- DALZOTTO, R. **Elaboração de um caderno de atividades experimentais para o estudo de circuitos elétricos de corrente contínua.** Dissertação (Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física). Faculdade de Física, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2016.
- DEWEY, J. **The school and society.** *In:* SOUTHERN ILLINOIS UNIVERSITY. Early works of John Dewey, v. 1. Carbondale: Southern Illinois University Press, p. 1 – 109, 1976.

DOCA, R. H., BOAS, N. V., BISCOULA, G. J. **Tópicos de Física**. 18. ed, Saraiva, 2012.

EDSTRÖM, K., KOLMOS, A. **PBL and CDIO: complementary models for engineering education development**. Reino Unido: European Journal of Engineering Education, v. 39, n. 5, p. 539-555, 2014.

SUÍÇA, **The future of Jobs Report**. WORLD ECONOMIC FORUM. Disponível em: [http://abet-trabalho.org.br/wp-content/uploads/2018/12/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2018.pdf](http://abet-trabalho.org.br/wp-content/uploads/2018/12/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf). Acesso em: 24 jan. 2021.

GASPAR, A. **Física 3**. São Paulo: Ática, 2001.

HADJI, Charles. **Para escolher e utilizar instrumentos adaptados**. In: SOUSA, Eda C. B. (org.) Técnicas e instrumentos de avaliação: leituras complementares. 2.ed. Brasília: Universidade de Brasília, IESB, v. 2, p. 31- 47, 1999.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de física**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 2012.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 8. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2002.

MAYHEW, K. C., EDWARDS, A. C. **The Dewey School**. New York: Atherton, 1966.

MOREIRA, L. P. **Estudo de Circuitos Elétricos: Utilizando simulação computacional para preparar o uso de circuitos reais**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/96988>. Acesso em: jan. 2019.

MOREIRA, M. A. **Aprendizaje significativo: teoria y práctica**. Madrid, Espanha: Visor, 2000.

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A. **Organizadores Prévios E Aprendizagem Significativa**. Chile: Revista Chilena de Educación Científica, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008.

MULLER, D. A. **Designing Effective media for Physics Education**. Sydney, Australia: University of Sidney, 2008.

BENCINI, R. **Cada um aprende de um jeito**. NOVA ESCOLA. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1444/cada-um-aprende-de-um-jeito>. Acesso em: jan. 2019.

PADILHA, R. P. **Planejamento dialógico: como construir o Projeto Político-Pedagógico da Escola**. São Paulo: Cortez, Instituto Paulo Freire, 2001.

ROSA, C. A. de P. **História da ciência: o pensamento científico e a ciência no século XIX**. 2. ed. Brasília: FUNAG, 2012.

SANDIFER, C. **Shoe Box Circuits**. Arlington, Estados Unidos: Science and Children, v. 47, n. 4, p. 20-23, 2019.

SANTOS, F. M. T. **Afeto, emoção e motivação: uma nova agenda para a pesquisa em ensino de ciências.** *In: I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Águas de Lindóia.* São Paulo, p. 249-255, 1997.

SASSERON, L. H. **O ensino por investigação: Pressupostos e Práticas.** Licenciatura em Ciências USP/Univesp. Disponível em: [https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704\\_12.pdf](https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_12.pdf). Acesso em: 29 dez. 2019.

SHIELS, M. **Youtube at five - 2bn views a day.** BBC News. Disponível em: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/8676380.stm>. Acesso em: jan. 2019.

SILVA, E. M. D. **A virtude do erro: Uma visão construtiva da avaliação.** Estudos em Avaliação Educacional, v. 19, n. 39, jan./abr. 2008. Disponível em: <http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/eae/arquivos/1420/1420.pdf>. Acesso em: 01 jan. 2020.

SILVEIRA, F. L., AXT, R. **Associação de pilhas em paralelo: onde e quando a usamos?** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n. 3, p. 391-399, 2003. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Associa\\_pilhas\\_paralelo.pdf](http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Associa_pilhas_paralelo.pdf). Acesso em: 24 dez. 2019.

UNIÃO EUROPEIA. **Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the future of the Europe.** Bélgica: European Comission, 2007. Disponível em: [https://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf). Acesso em: jan. 2019

WILKINSON, K., PETRICH, M. **The art of tinkering.** San Francisco, Estados Unidos: Weldon Owen, 2014.

YOSHINOBU, S. *et al.* **A broad doorway to the big tent: A four-strand model for discipline-based faculty development on inquiry-based learning.** Londres, Reino Unido: PRIMUS, 2022.

## **APÊNDICES**

## **APÊNDICE A - LISTA DE COMPONENTES**

### Lista de Componentes

Para a montagem de um KIT Eletricidade e a realização das atividades é necessário os componentes relacionados na tabela. A quantidade tem como referência uma turma de até 40 alunos, mas quanto mais componentes maior o grau de liberdade para que os alunos possam testar. Ao lado foi colocado alguns valores praticados na época, no caso 2018 na cidade de Curitiba. Muitos dos componentes podem ser retirados de aparelhos que não estão mais em uso ou podem ser produzidos, como o caso das garras jacaré, o que deixa o KIT ainda mais acessível. O valor total do KIT, ficou em 334,58 reais.

<b>Nº</b>	<b>QTD</b>	<b>Material</b>	<b>R\$</b>
	<b>37</b>	<b>Blocos de madeira Pinus ou MDF (100 x 85 x 15 mm)</b>	<b>40,00</b>
	<b>-</b>	<b>Retalhos de cabo AWG 30</b>	<b>-</b>
	<b>74</b>	<b>Parafusos 3,5 mm</b>	<b>20,00</b>
	<b>70</b>	<b>Cabos / Garra jacaré</b>	<b>70,00</b>
	<b>3</b>	<b>Suportes para 1 pilha</b>	<b>7,00</b>
	<b>5</b>	<b>Suportes para 2 pilhas</b>	<b>10,00</b>
	<b>3</b>	<b>Suportes para 3 pilhas</b>	<b>7,00</b>
	<b>3</b>	<b>Suportes para 4 pilhas</b>	<b>10,00</b>
	<b>5</b>	<b>Multímetros</b>	<b>85,00</b>
	<b>8</b>	<b>Mini Lâmpadas</b>	<b>11,68</b>
	<b>1</b>	<b>Led RGB</b>	<b>1,40</b>
	<b>1</b>	<b>Trilho de Leds (Retirado de sucata, qualquer tamanho)</b>	<b>-</b>
	<b>4</b>	<b>Potenciômetro Linear 100 K<math>\Omega</math></b>	<b>6,00</b>



	<b>5</b>	<b>Buzzer Contínuo (3V e 6V)</b>	<b>15,00</b>
	<b>6</b>	<b>Mini Chaves liga e desliga / Interruptores diversos</b>	<b>18,00</b>
	<b>1</b>	<b>Bússola</b>	<b>-</b>
	<b>5</b>	<b>Micro Motor DC 3V</b>	<b>30,00</b>
	<b>5</b>	<b>Abraçadeiras metálicas para acoplar melhor o motor</b>	<b>3,50</b>
	<b>4</b>	<b>Motores diferentes retirados de brinquedos velhos</b>	<b>-</b>

Tabela: Lista de componentes do KIT Eletricidade.

## **APÊNDICE B - INSTRUÇÕES PARA A MONTAGEM DO KIT ELETRICIDADE**

## Instruções para a Montagem do KIT Eletricidade

A seguir estão disponibilizadas todas as etapas na construção do KIT Eletricidade. É importante salientar que o KIT não é algo definitivo, sempre há possibilidades de aperfeiçoá-lo e construí-lo de forma diferente. Aqui está apenas uma base.



Corte e lixe um pedaço de Madeira ou MDF 15 mm, formato retangular, com 100 mm de comprimento e 85 mm de largura. Essa parte pode ser feita manualmente ou pode-se terceirizar. No total para o Kit foram utilizados 37 unidades.

Antes de fazer a montagem nos blocos de madeira, teste todos os componentes para ver se estão funcionando apropriadamente. Para isso, ligue-os as pilhas, sempre respeitando a tensão necessária de funcionamento. Para componentes de 3V, use duas pilhas AAA, para os de 6V, utilize o suporte com 4 pilhas AAA.



Para os motores elétricos, foi construído uma pequena base de 45 x 35 mm, com a mesma madeira, para que ficasse um pouco mais anatômico e fácil de utilizar, além de uma abraçadeira metálica. O modelo não precisa ser exatamente o que foi utilizado, contanto que fixe o motor a base.

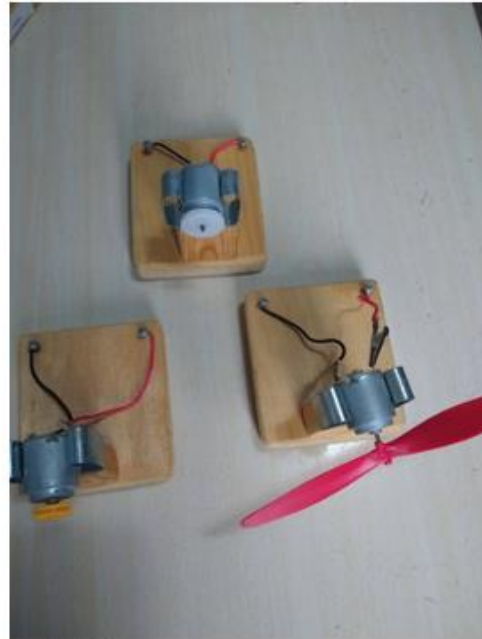
Coloque os parafusos 3,5 mm nas pontas da base de madeira.

Enrole (ou solde), um lado dos retalhos de fio, desencapados aos parafusos. O outro lado do fio, acople ao componente eletrônico. De modo que fique como expostos nas fotos que seguem.

Mini Lâmpadas



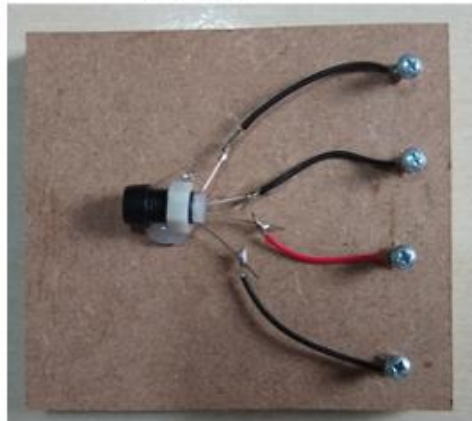
Motor DC



Suporte de Pilhas



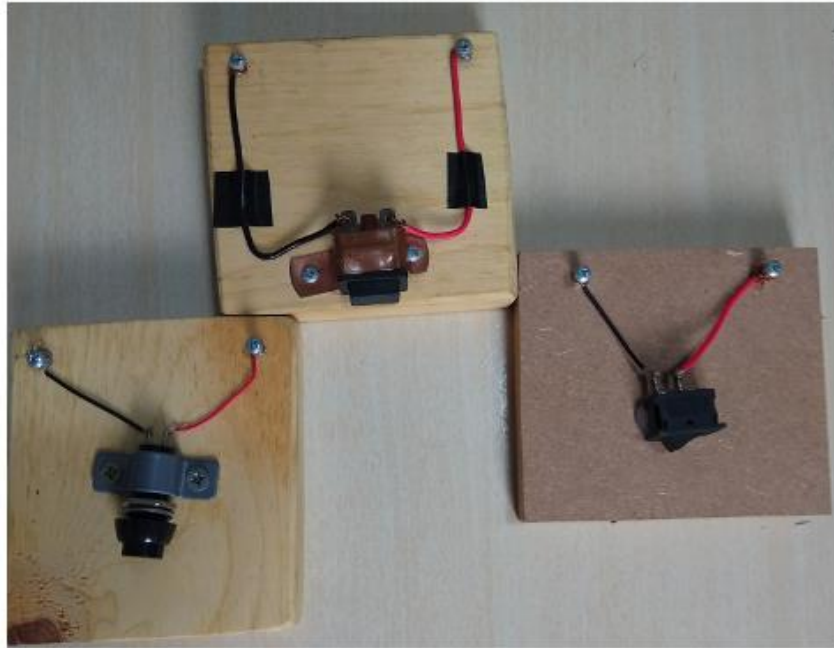
LED RGB



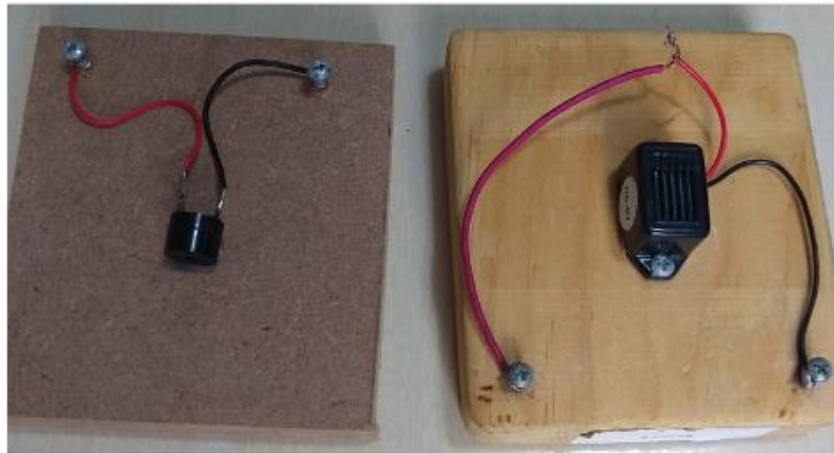
Potenciômetro



**Chaves/ Interruptores**



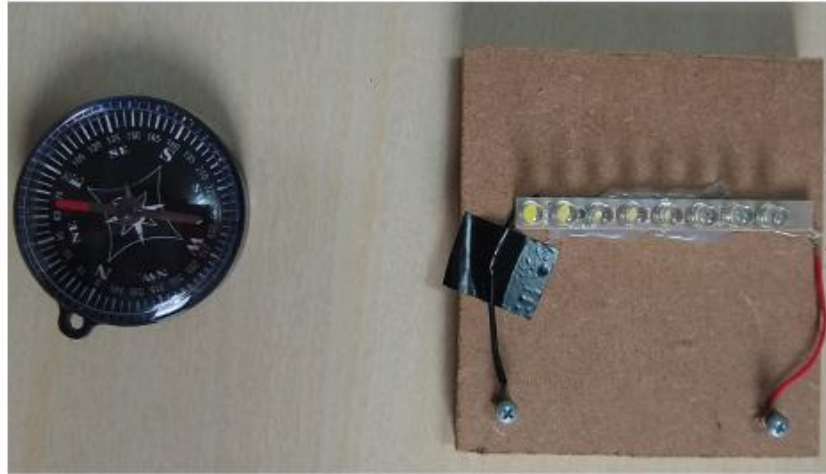
**Buzzers**



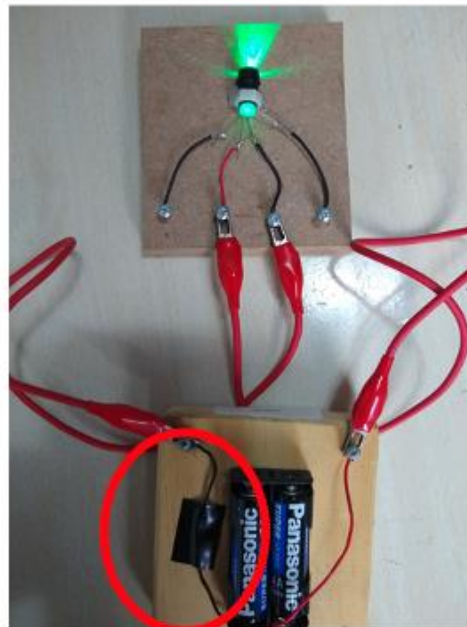
**Motores Diversos**



### Trilho de Led retirado de sucata



Após realizado o procedimento em todo o KIT, explore o KIT, teste cada componente, conectando a parte das pilhas aos componentes com a cabo “jacaré”. Após verificar, fixe os fios a base, utilizando fita adesiva, ou cola quente, isso dificultará que ele venha a soltar do parafuso ou dos componentes



Divirta-se!

Se possível, corte mais blocos de madeira e deixe a mão para usar com componentes interessantes que você encontrar em casa ou na escola. Pode ser desde ventoinha de computador, motores de brinquedos de criança, botões/interruptores de fliperama, entre outros componentes.

## **APÊNDICE C - LISTA DE DESAFIOS AULAS 1 E 2**



## Lista de Desafios Aulas 1 e 2

Marque com um (x) os desafios que foram cumpridos.

Acenda uma lâmpada	Acenda uma lâmpada usando uma chave (interruptor)	Acenda duas lâmpadas
Faça o motor funcionar	Ligue o buzzer com uma chave	Faça funcionar uma parte de um brinquedo.
Ligue uma lâmpada e o buzzer no mesmo circuito.	Faça o motor funcionar com a chave	Acenda um led
Faça um circuito capaz de controlar o brilho de uma lâmpada.	Ligue duas lâmpadas, sendo que apenas uma funciona com a chave.	Faça o desenho abaixo, de dois dos circuitos elétricos da lista.
<b>Circuito 1</b>		<b>Circuito 2</b>

## **APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO CONHECIMENTOS PRÉVIOS**

## Questionário Conhecimentos Prévios

1) O que é corrente elétrica?

---

---

---

---

---

2) Qual unidade é utilizada para representar corrente elétrica?

---

3) Defina circuito elétrico

---

---

---

---

4) Qual a diferença entre tensão elétrica e corrente elétrica?

---

---

---

---

5) O que é resistência elétrica?

---

---

---

---

---

6) Dê exemplos de geradores, receptores e resistores nos seu cotidiano.

---

---

7) As lâmpadas na rede elétrica de uma residência, estão associadas em série ou em paralelo?

---

---

8) O que acontece com uma lâmpada, quando colocada em uma tensão elétrica maior do que requerida?

---

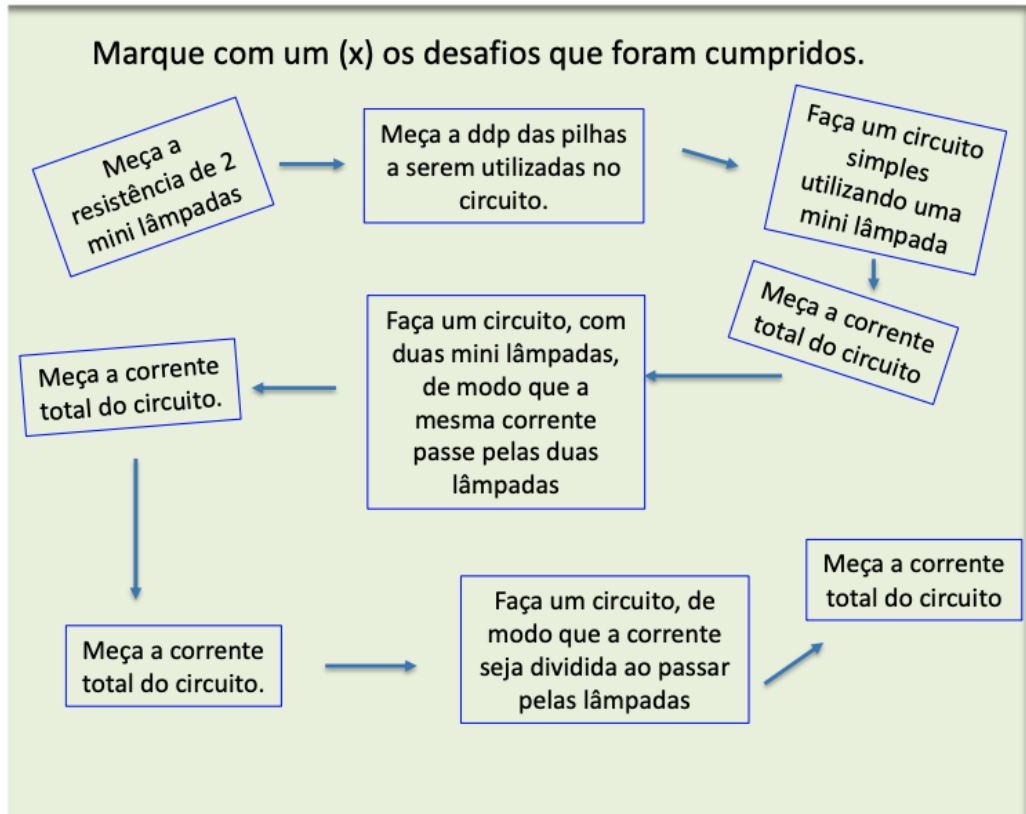
---

---

---

**APÊNDICE E - LISTA DE DESAFIOS AULA 7**

## Lista de Desafios Aula 7



**APÊNDICE F - PRODUTO EDUCACIONAL: KIT ELETRICIDADE PRÁTICA:  
UMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA POR MEIO DA APRENDIZAGEM POR  
INVESTIGAÇÃO**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**Produto Educacional**  
KIT ELETRICIDADE PRÁTICA: UMA ABORDAGEM  
CONSTRUTIVISTA POR MEIO DA APRENDIZAGEM POR  
INVESTIGAÇÃO

ANDRÉ FELIPE ASTROGILDO DE LIMA

PONTA GROSSA

2021



**Produto Educacional**  
KIT ELETRICIDADE PRÁTICA: UMA ABORDAGEM  
CONSTRUTIVISTA POR MEIO DA APRENDIZAGEM POR  
INVESTIGAÇÃO

ANDRÉ FELIPE ASTROGILDO DE LIMA

Este Produto Educacional compõe o trabalho de Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio da Costa Saab

PONTA GROSSA

2021

## **Carta ao Leitor**

Como professores de física, umas das matérias mais “temidas” pelos alunos, temos praticamente sempre dois trabalhos, primeiramente ensinar física, mas antes disso, temos que quebrar pré-conceitos, mostrar que aquilo que eles vão ver e fazer, tem significado interessante pra vida, além de ser extremamente interessante e trazer possibilidades infinitas de evolução. Essa motivação, atrelado a metodologias ativas de ensino-aprendizagem, é uma união poderosa para uma aprendizagem significativa.

O produto educacional aqui descrito é KIT versátil, em que o professor pode explorar de várias maneiras, desde demonstrações a frente dos alunos no meio de uma aula expositiva, ou através de aulas totalmente experimentais em que o aluno fica livre para explorar e fazer as combinações que ele quiser (esse é meu incentivo).

Muitos dos alunos nunca terão visto ou manipulado os dispositivos do KIT, por isso a principio ficarão tímidos e até apreensivos por estarem mexendo algo que eles não sabem como mexer. Mas vai do professor incentivar para que eles tentem e se errarem não tem problema, a frustração faz parte do processo de aprendizagem. E a partir do momento que eles passam a conseguir acender um led, fazer um motor funcionar, descubrem para que serve um potenciômetro entre todas as outras descobertas o momento “UOU” chega, e aí as portas estão abertas para uma aprendizagem mais significativa.

Desbravem o conhecimento com os seus alunos, que seja divertido, que tenha vários momentos de descoberta. O produto educacional em questão traz sugestões de atividades, mas, assim como sempre falo para os alunos, as sugestões são uma base para ter como referência, mas vá além, inove, utilize de outras maneiras, crie em cima, e se um pouco disso acontecer, o objetivo dessa dissertação estará cumprida tanto com os alunos quanto com os professores.

Ponta Grossa, Agosto de 2021

O Autor

## Sumário

1.....	PROPOSTA DIDÁTICA	87
2.....	O KIT ELETRICIDADE	89
3.....	CONTEXTUALIZAÇÃO	94
4.....	APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA	97
5.....	CONSIDERAÇÕES FINAIS	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		110
APÊNDICES .....		113

## **1. PROPOSTA DIDÁTICA**

O presente trabalho têm como uma das pedras fundamentais para o desenvolvimento e proposta de aplicação do produto, os pensamentos de dois filósofos estadunidense, John Dewey (1859 - 1952) e David Paul Ausubel (1918 – 2008).

Dewey coloca a experimentação como processo fundamental para toda e qualquer área, na educação. Para ele, a aprendizagem é uma prática social fundamentada na ação. As crianças não chegam na escola como uma folha em branco, e sim como uma consciência intensamente ativa e a incumbência da educação é assumir a atividade e orientá-la (Dewey 1899, p.25).

Em segundo, embora não em ordem de hierarquia, David Paul Ausubel, foi um psicólogo da educação. A ideia central de sua teoria é o conceito de aprendizagem significativa. Para que esse tipo de aprendizagem aconteça, é necessário que o novo conhecimento ou informação a ser adquirida pelo aprendiz se ancore em uma ideia já existente na sua estrutura cognitiva. Define-se estrutura cognitiva como o todo o conhecimento ou informação enraizado no cognitivo do aprendiz. A ideia pre-existente na estrutura cognitiva do aprendiz que serve de ponto de ancoragem para novas informações é chamado de subsunçor.

“ Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular mais importante que influencia na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.” (AUSUBEL, et al, 1980, p.137)

Assim, a dinâmica da proposta didática foi idealizada para que seja algo inovador, prático, em que o aluno possa ter liberdade para, no seu tempo e em conjunto com os colegas, descobrir novos fenômenos e aplicá-los na prática e a partir daí, de posse dessa experiência educacional, debater conceitos com o professor.

Cabe ao professor, diante do desenvolvimento da sequência, incentivar os alunos a testarem suas hipóteses sobre aquilo que estão vendo e fazendo, além de diagnosticar o que eles sabem sobre o conteúdo, e a partir daí elaborar a melhor estratégia de como fundamentar a teoria com o que foi realizado na prática pelos alunos.

O Quadro 1 elenca todos os conteúdos de eletricidade abordados na proposta didática sugerida, embora não esteja restrito a isso.

Quadro 1 – Tópicos dos conteúdos abordados.



Conteúdos	Temas Trabalhados
Resistores  (Utilizando as mini lâmpadas)	Conceito
	Associação em série
	Associação em Paralelo
	Aplicação
Geradores	Conceito
	Associação em Série
	Associação em Paralelo
	Aplicação
Circuitos Elétricos	Montagem
	Aplicação no cotidiano
	Utilização de dispositivos como interruptores, potenciômetro, leds, motores
Instrumentos de Medida	Utilização do multímetro e suas diferentes funções.

Fonte: O Autor

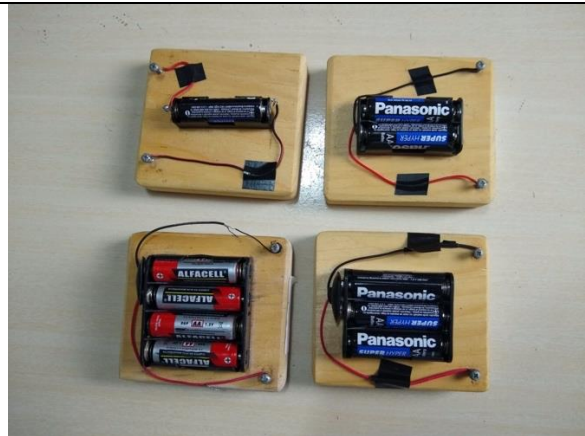
## 2. O KIT ELETRICIDADE

A proposta didática desse produto foi planejada para ser realizado com o KIT de Eletricidade apresentado a seguir. O KIT pode ser utilizado na própria sala de aula, não precisa de laboratório ou qualquer outro local especial para utilização, e ainda, é facilmente transportável de um lugar para o outro, visto que os componentes ficam fixos em cada bloco de madeira.

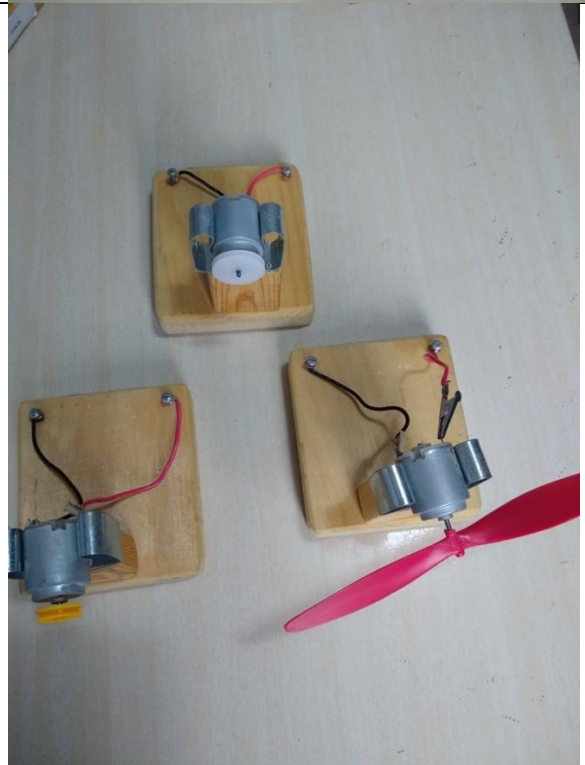
A tabela mostra todos os componentes que compõe o KIT Eletricidade.

<b>KIT/Componentes</b>	<b>Imagem</b>
Blocos de madeira Pinus ou MDF 100 x 85 x 15 mm	
Cabos / Garra jacaré	

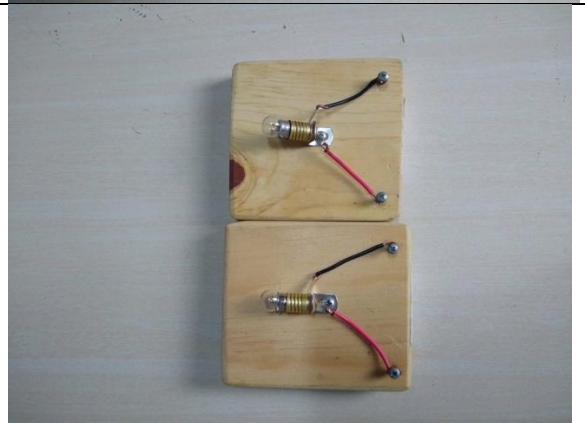
Suporte para pilhas



Motores Elétricos (Você pode acoplar ao motor diferentes componentes para melhor visualização do funcionamento do mesmo)

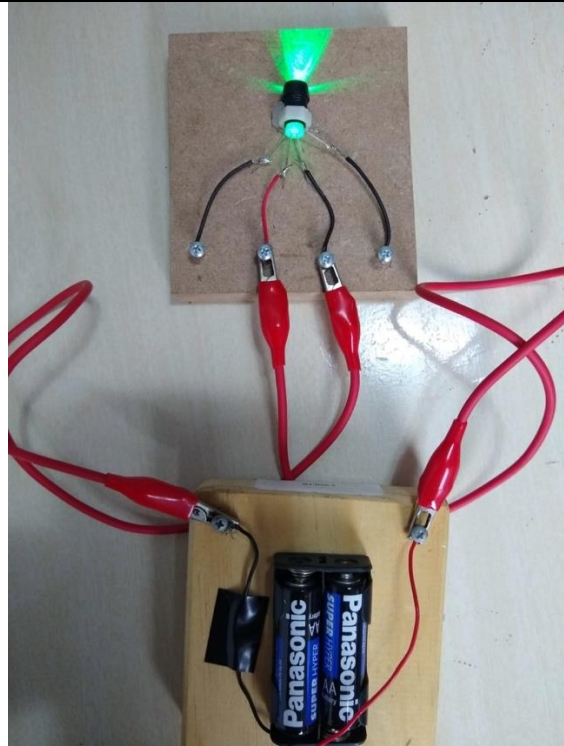


Mini Lâmpadas

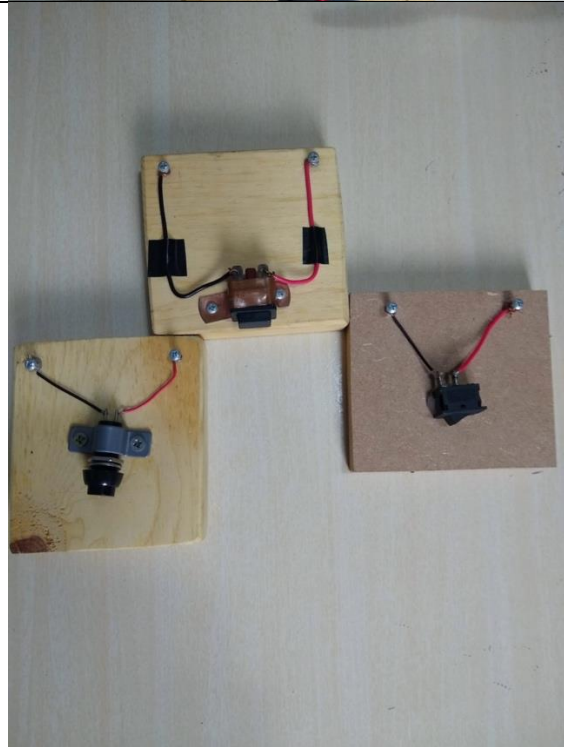


### Led RGB

(O Led RGB dependendo de onde se fecha o circuito uma cor diferente de LED acende, podem inclusive as três cores acenderem ao mesmo tempo)

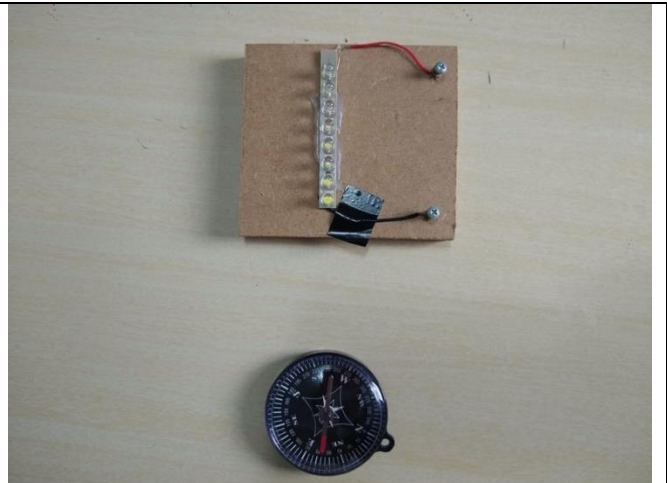


### Chaves / Interruptores diversos





Trilho de *Leds* e Bússola



Potenciômetro



*Buzzers*



Partes mecânicas retiradas de brinquedos



No Apêndice A está a lista de todos os componentes utilizados, bem como a quantidade utilizada para uma turma de 40 alunos.

No Apêndice B estão as instruções de montagem do KIT Eletricidade. A montagem do KIT pode ser feita pelo professor, ou ainda pelo professor com a ajuda dos alunos em aulas de contraturno.

### **3. CONTEXTUALIZAÇÃO**

O mundo hoje é totalmente dependente da eletricidade, é um assunto que está envolvido em praticamente todas as esferas da nossa vida cotidiana. Mas, além de repassar o conhecimento técnico, é trabalho de todo professor, talvez o principal, inspirar e ensinar seus alunos competências e habilidades que perdurarão por toda a vida. Cinco competências gerais (BRASIL, 2018) foram escolhidas como norteadora na construção do produto e na aplicação do mesmo, são elas:

- **Conhecimento**

A valorização do conhecimento é fundamental para que uma criança se torne um cidadão capaz de explicar a realidade a ponto de poder fazer conexões e modificá-la. O KIT eletricidade traz em sua base um corpo de conhecimentos físicos que são extensamente utilizados no dia a dia das residências, tecnologias e indústrias. O indivíduo que se encanta com o conhecimento e a aprendizagem é capaz de se tornar um colaborador ativo para o desenvolvimento da sociedade.

- **Pensamento Científico**

Incitar a curiosidade intelectual e fazer disso um meio de desenvolvimento de criticidade e criatividade é um dos sonhos de todo professor. O KIT eletricidade tem robustez nesse sentido por não trazer todas as respostas como é comum, mas incitar perguntas e levantamento de hipóteses e testes práticos.

- **Comunicação**

É uma das habilidades apontadas pelo Fórum Econômico Mundial como mais importantes para os próximos 100 anos. Ser capaz de expressar-se, utilizando diferentes linguagens e métodos, é essencial para qualquer ser humano. O KIT eletricidade, da forma aqui proposta, não é para uso individual, ele apresenta diversos componentes para serem compartilhados por todo o grupo. A maioria dos alunos normalmente desconhecem, a maior parte dos componentes, sendo assim, em um primeiro contato eles desvendam em conjunto, eles são incentivados a ajudar o colega, e explicar seus avanços, seja por demonstração prática ou explicação verbal, as descobertas.

- **Cultura Digital**

A cultura digital é indissociável do tempo presente. Faz-se necessário que formar-se não apenas consumidores de tecnologia, mas crianças capazes de entender, criar e modificar conhecimentos na área de tecnologia. Que possam utilizar a tecnologia de forma a resolver

problemas do cotidiano. O KIT explora a cultura digital, a medida que propõe o conhecimento e a manipulação de componentes eletrônicos que formam a base de toda a tecnologia utilizada hoje.

- Empatia e Cooperação.

Exercitar a empatia e a cooperação é algo que deve estar presente em todas as esferas da escola, inclusive em abordagens científicas. O KIT traz uma aprendizagem em conjunto, em que cada aluno, com ajuda do outro aprende para desenvolver os princípios de aprendizagem expostos.

Todo processo de ensino-aprendizagem tem um início e um fim. A BNCC é o documento brasileiro que define os conhecimentos essenciais que todos os alunos devem aprender na educação básica. Para tanto, o presente produto também se embasa nas competências específicas da BNCC como objetivos finais para o processo de ensino da eletricidade.

#### Competências gerais da BNCC

- Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2018 p.559)

- Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018 p.560)

É interessante notar que nem todos os alunos percorrerão o mesmo caminho para chegar até o objetivo final do produto, além de que, muito provavelmente cada um se encontra inicialmente em um ponto específico diferente um do outro. A primeira atividade da proposta didática, além de incentivar a curiosidade e a pro-atividade, dois aspectos fundamentais para toda metodologia ativa, serve também para o professor mensurar o que os alunos já conhecem sobre o tema.

A Tabela 1 apresenta a abordagem metodológica desenvolvida nas aulas pelo autor para explorar o KIT Eletricidade prática.

Aulas	Abordagem Metodológica
1 e 2	Primeiro Impacto – Total liberdade para os alunos utilizarem o KIT (Professor apenas observa e incentiva com a lista de Desafios 1 (Apêndice C))
3	Debate sobre a experiência
4 e 5	Aula no quadro Por meio do que foi debatido, o professor conceitua grandezas como corrente elétrica, DDP, circuitos.
6	Aula prática de como utilizar o multímetro
7	Desafios utilizando o KIT eletricidade
8	Aula no quadro Utilizando os dados da aula 7, o professor define as Leis de Ohm
9 e 10	Desafios práticos 2 (Apêndice E) Professor mostra que há duas maneiras de associar componentes, e desafia aos alunos a mostrar na prática associações em série e em paralelo
11 e 12	Retomada de conceitos e possibilidades de desafios práticos mais complexos relacionados a circuitos elétricos.

#### **4. APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA**

Para melhor aplicação do KIT Eletricidade, o mesmo, foi dividido em planos de aula, a fim de auxiliar o trabalho docente e também como uma forma de organização metodológica (Tabela 1).

Todos os planos de aula foram desenvolvidos e aplicados no Colégio Santo Anjo, localizado na cidade de Curitiba, nas disciplina de Física.

As atividades foram desenvolvidas com alunos do segundo ano, pois segundo o material didático utilizado pela escola, o conteúdo de eletricidade encontra-se no segundo ano do ensino médio. O professor que utilizou foi o autor desse trabalho: André Felipe A. de Lima.

## **Plano de aula 01-02**

**DURAÇÃO:** 2 aulas de 50 minutos cada

**ASSUNTO:** Circuitos Elétricos

### **COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:**

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2018 p.559)

### **OBJETIVOS DAS AULAS:**

- Em uma abordagem “Aprenda Fazendo”, deixar que os alunos explorem o KIT da maneira que eles acharem que seja correta.
- Observar e anotar concepções dos alunos.
- Dar uma noção prática sobre o funcionamento de circuitos elétricos.

### **MOMENTOS DA AULA**

**ABORDAGEM INICIAL:** Sem nenhuma indicação ou aula prévia, os alunos serão levados para uma sala, de preferência diferente da sala convencional, onde o material do KIT estará espalhado pela sala. No quadro estará escrito a palavra: EXPLORE.

A partir daí eles terão o restante da aula para explorar o máximo que quiserem quanto ao KIT.

**APLICAÇÃO:** Enquanto os alunos estão explorando os materiais do KIT, é uma ótima oportunidade para o professor anotar o que ele pode observar quanto aos conceitos prévios dos alunos. Passado-se um tempo de exploração (a escolha do responsável), o professor entregará uma pequena lista de desafios. (Vide Apêndice C)

**FINALIZAÇÃO:** Nos minutos finais da aula, após os alunos terem explorado o KIT sem o professor debater nenhum conceito prévio de eletricidade, um pequeno questionário (Vide Anexo II) será entregue para que os alunos possam responder e entregar para o professor.

**RECURSOS FÍSICOS:**

1. KIT Eletricidade



## Plano de aula 03

**DURAÇÃO:** 1 aula de 50 minutos

**ASSUNTO:** Circuitos Elétricos

### COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2018 p.559)

### OBJETIVO DA AULA:

- Debater com os alunos sobre as atividades que eles desempenharam nas aulas 1 e 2.
- Compreender os conceitos de circuito elétrico, corrente elétrica, além da serventia dos diferentes componentes que compõem o KIT.

### MOMENTOS DA AULA

**ABORDAGEM INICIAL:** Com uma disposição diferente das cadeiras na sala, e com o KIT Eletricidade disponível para utilização caso surja alguma dúvida em específico. Nesse momento, a intenção é o debate das ideias, o professor fomentará respostas dos alunos sobre o que foi feito nas aulas 1 e 2.

**APLICAÇÃO:** Algumas perguntas motivadoras serão feitas:

O que vocês notaram de interessante?

Teve algo que vocês não sabiam antes e agora sabem?

O que vocês aprenderam?

Tem algo aqui que vocês ainda não sabem para que serve?

**FINALIZAÇÃO:** Com base em tudo o que foi falado, o professor pode finalizar a aula organizando o conhecimento ali posto de maneira a começar a fundamentar a teoria da eletricidade.

## **RECURSOS FÍSICOS:**

1. KIT Eletricidade

## Plano de aula 04 e 05

**DURAÇÃO:** 2 aulas de 50 minutos cada

**ASSUNTO:** Circuitos Elétricos

### COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:

(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos. (BRASIL, 2018 p.560)

### OBJETIVOS:

- Compreender os conceitos físicos relacionados a circuitos elétricos. (DDP, Corrente elétrica, resistência, potência elétrica.)

### MOMENTOS DA AULA

**ABORDAGEM INICIAL:** Será fundamentado por meio de exposição teórica conceitos básicos da eletricidade. Sempre resgatando momentos vistos nas aulas anteriores.

**APLICAÇÃO:** O professor abordará conceitualmente definições e aplicabilidade quanto a corrente elétrica, diferença de potencial, resistência elétrica, potência elétrica. Relacionando com o conceito de circuitos.

**FINALIZAÇÃO:** Ao final da explicação, poderá ser mostrado um exemplo de circuito aberto e circuito fechado, e o que acontece com os dispositivos, se aumentarmos a ddp entre seus polos. Para isso, pode ser feito ligando uma pilha a uma mini lâmpada, depois duas pilhas e depois três. Uma análise da sua luminosidade poderá ser feita.

### RECURSOS FÍSICOS:

1. Quadro e Giz
2. KIT Eletricidade

## Plano de aula 06

**DURAÇÃO:** 1 aula de 50 minutos

**ASSUNTO:** Circuitos Elétricos

### COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:

(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos. (BRASIL, 2018 p.560)

### OBJETIVOS DA AULA:

- Compreender o funcionamento do multímetro.
- Aplicar o multímetro em circuitos elétricos

### MOMENTOS DA AULA

**ABORDAGEM INICIAL:** Mostrar para os alunos o multímetro e suas funções.

**APLICAÇÃO:** O professor abordará conceitualmente e mostrará na prática a aplicação do multímetro, mostrando o que significa ligar em série com o circuito e o que significa ligar em paralelo com o circuito. (Caso haja alguma dúvida quanto a utilização de um multímetro, e os cuidados referentes à prática, sugere-se o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=u4W93w8FxJQ>)

**FINALIZAÇÃO:** O professor deixará o aluno utilizar o multímetro em aplicações na prática.

### RECURSOS FÍSICOS:

1. Multímetro
2. KIT Eletricidade

## Plano de aula 07

**DURAÇÃO:** 1 aula de 50 minutos

**ASSUNTO:** Circuitos Elétricos

### COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:

(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos. (BRASIL, 2018 p.560)

### OBJETIVO DA AULA:

- Investigar na prática as Leis de Ohm
- Praticar a utilização do multímetro

### MOMENTOS DA AULA

**ABORDAGEM INICIAL:** Novamente com o KIT espalhado pela sala, uma lista de desafios será entregue aos alunos (Vide Apêndice E).

**APLICAÇÃO:** Os alunos tentarão cumprir os itens da lista e a medida que alguma dificuldade for surgindo o professor poderá mediar e auxiliar na situação. Algumas perguntas chaves estarão escritas no quadro:

*Tem alguma relação entre a diferença de potencial dada ao circuito, a resistência e a corrente elétrica medida?*

*Qual relação é essa?*

*O que acontece, se a resistência total no circuito for aumentada?*

*O que aconteceu com a corrente quando as duas mini lâmpadas foram ligados um após o outro? E quando foram ligados dividindo a corrente total?*

**FINALIZAÇÃO:** O professor reunirá todas as informações obtidas na aula e formalizará a relação entre as grandezas.

Como sugestão de desenvolvimento do conhecimento além do KIT, o professor pode sugerir aos alunos a utilização do PHET como um complemento.

[https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law\\_pt.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_pt.html) (1a Lei)

[https://phet.colorado.edu/sims/html/resistance-in-a-wire/latest/resistance-in-a-wire\\_pt.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/resistance-in-a-wire/latest/resistance-in-a-wire_pt.html)  
(2a Lei)

### **RECURSOS FÍSICOS:**

1. Multímetro
2. KIT Eletricidade
3. Giz
4. Quadro

## Plano de aula 08

**DURAÇÃO:** 1 aula de 50 minutos

**ASSUNTO:** Circuitos Elétricos

### **COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:**

(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos. (BRASIL, 2018 p.560)

### **OBJETIVO DA AULA:**

- Compreender a primeira e a segunda lei de Ohm
- Praticar a teoria de circuitos elétricos

### **MOMENTOS DA AULA**

**ABORDAGEM INICIAL:** Recapitulação de tudo que foi feito até então e dos dados obtidos na última aula.

**APLICAÇÃO:** Por meio de uma abordagem expositiva, mostrar as duas leis de ohm, dando ênfase na primeira. E mostrando a utilidade da primeira lei na resolução de circuitos elétricos

**FINALIZAÇÃO:** Exercícios de circuitos elétricos mistos.

### **RECURSOS FÍSICOS:**

1. Giz
2. Quadro

## **Plano de aula 09 e 10**

**DURAÇÃO:** 2 aulas de 50 minutos cada

**ASSUNTO:** Circuitos Elétricos

### **COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:**

(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos. (BRASIL, 2018 p.560)

### **OBJETIVOS:**

- Resolver diferentes exercícios de circuitos elétricos
- Aplicar na prática o que foi analisado na teoria

### **MOMENTOS DA AULA**

**ABORDAGEM INICIAL:** Recapitulando a resolução de circuitos, alguns exercícios serão propostos para os alunos resolverem. Quanto aos exercícios podem ser quaisquer exercícios de escolha do professor, que faça os alunos evoluírem quanto a resolução de circuitos elétricos com resistores em série, paralelo e mistos.

**APLICAÇÃO:** Após resolução e correção de alguns exercícios, os alunos podem testar na prática o que foi feito na teoria. O desafio é reproduzir o circuito que foi resolvido na teoria com dispositivos disponíveis no KIT Eletricidade.

**FINALIZAÇÃO:** Discussão e retomada quanto aos conceitos básicos de eletricidade e circuitos elétricos.

### **RECURSOS FÍSICOS:**

1. Giz
2. Quadro
3. KIT Eletricidade



## Plano de aula 11 e 12

**DURAÇÃO:** 2 aulas de 50 minutos cada

**ASSUNTO:** Circuitos Elétricos

### COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:

(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos. (BRASIL, 2018 p.560)

### OBJETIVOS:

- Retomar os conceitos apresentados até então
- Analisar o funcionamento dos componentes contidos no KIT Eletricidade

### MOMENTOS DA AULA

**ABORDAGEM INICIAL:** Retomada das atividades feitas até então.

**APLICAÇÃO:** Como um desafio final, será proposto um circuito com a aplicação da ponte de Wheatstone, tanto na teoria quanto na prática.

**FINALIZAÇÃO:** Discussão e *feedback* quanto as atividades aplicadas.

### RECURSOS FÍSICOS:

1. Giz
2. Quadro
3. KIT Eletricidade

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada geração pede uma nova forma de fazer educação, pois os jovens são impactados por diferentes estímulos no dia a dia, diferentes formas de ver o mundo, e são expostos a diferentes problemáticas. Nós como professores temos que nos adaptar, e pensar novas formas de ensinar, que sejam efetivas, explicando, definindo, conceituando e incentivando os alunos a desbravarem o conhecimento, e serem ativos no próprio processo de aprendizagem.

A maneira trabalhada neste projeto, desde o início, foi envolto em mistérios, desafios, incentivo a exploração e ao questionamento. Não tinha necessariamente um caminho certo a seguir, e isso pode amedrontar alguns professores a princípio, mas cada aluno tem seu tempo, sua forma de pensar, sua pro-atividade para agir, e quando damos espaço para isso, os resultados podem ser brilhantes.

Ao invés de um caminho certo para todos trilharem, o KIT Eletricidade apresentou vários caminhos mas que no final convergia para um mesmo ponto. E no final é interessante ver que além do conhecimento técnico teórico, todo o processo se tornou uma descoberta, uma aprendizagem quanto a iniciativa, quanto a pro-atividade, quanto a empatia, colaboração, entre outras habilidades.

Desta forma, o produto educacional aqui apresentado tem como elemento principal um KIT que pode ser reproduzido e compartilhado, tendo como principal objetivo do autor plantar uma ideia na mente de quem levar esse projeto para frente, de que a ação faz parte da palavra Educação. A curiosidade e a criatividade é algo intrínseco ao ser humano e isso não depende de geração, cabe a nós professores incentivarmos e regarmos da melhor forma que pudermos.

Ótima jornada!

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abd-El-Khalick F. Et. Al - Inquiry in Science Education: international Perspectives. Illinois, Estados Unidos, 2002.

Ausubel, D.P. - Educational Psychology: A cognitive View. Nova York. Holt, Rinehart and Winston inc., 1968

BBC, 2010. "Youtube at five - 2bn views a day"  
(<http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/8676380.stm>), acesso jan/2019

Bellan, Ciro Lino. KITs didáticos para o ensino de circuitos elétricos feitos com materiais de fácil acesso e de baixo custo, Juiz de Fora, Brasil, 2017.

Borges, 2002] Tarciso Borges A. Novos Rumos Para o Laboratório de Ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, dez. 2002.

Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). Active learning: Creating excitement in the classroom (ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1). Washington, DC: George Washington University

BLAKEMORE, S-J., FRITH, U. The learning brain: lessons for education. Oxford: Blackwell Publishing, 2005

BRASIL. PCN. Parâmetros curriculares nacionais : terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília : MEC/SEF, 1998.

BRASIL. PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Vol. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

Buckley, Anne; Harvey Kim. "Squishy Circuits": A Novel Way of Teaching Electricity--with Playdough!, primary science, n135, pag 12-14, 2014.

Castells M 2005. The network society: from knowledge to policy. In M Castells & G Cardoso (eds). The network society: From knowledge to policy. Washington, DC: Johns Hopkins Center for Transatlantic Relations.

CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A. *Metodologia Científica*: para uso dos estudantes universitários. 3.ed. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1983.

Colin, L.D. e Chin, D.B. Can Tinkering Prepare Students to Learn Physics Concepts?, Conference: American Society for Engineering Education, 2016.

Dalzotto, Renato. Elaboração de um caderno de atividades experimentais para o estudo de circuitos elétricos de corrente contínua, Ponta Grossa, 2016

Edström, K., & Kolmos, A. (2014). PBL and CDIO: complementary models for engineering education development. *European Journal of Engineering Education*,

FORUM ECONÔMICO MUNDIAL, The future of Jobs Report, 2018. ([http://abet-trabalho.org.br/wp-content/uploads/2018/12/WEF Future of Jobs 2018.pdf](http://abet-trabalho.org.br/wp-content/uploads/2018/12/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf)) Último Acesso 24/01/2021

GASPAR, A. Física 3. São Paulo: Ática, 2001.

Gualter, J.B, Newton. V.B, R. Helou.D. Tópicos de Física 18ª Ed, Saraiva, 2012.

HADJI, Charles. Para escolher e utilizar instrumentos adaptados. In: SOUSA, Eda C. B. (org.) Técnicas e instrumentos de avaliação: leituras complementares. 2.ed. Brasília: Universidade de Brasília, IESB, v. 2, p. 31- 47, 1999.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de física. 9.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v.1.

HEWITT, P. G. Física conceitual. 8. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2002.

The school and society, 1899. In: SOUTHERN ILLINOIS UNIVERSITY. Early works of John Dewey, v. 1. Carbondale: Southern Illinois University Press, 1976. (Collected works of John Dewey). p. 1-109.

MAYHEW, K. C.; EDWARDS, A. C. The Dewey School. New York: Atherton, 1966.MOREIRA, Marco Antonio. Teorias da aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M.A. (2000) Aprendizaje significativo: teoria y práctica. Madrid: Visor.

MOREIRA, Luís Paulo. Estudo de Circuitos Elétricos: Utilizando simulação computacional para preparar o uso de circuitos reais. 2014a, 221f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/96988> >, acesso Jan/2019

MOREIRA, Marco. Antonio. (2012). ORGANIZADORES PRÉVIOS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA Revista Chilena de Educación Científica, ISSN 0717-9618, Vol. 7, No. 2, 2008 , p. 23-30. Revisado em 2012. Disponível em: < <http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf> >. Acesso em: 30/12/2019.

MULLER, D.A. (2008) Designing Effective media for Physics Education. Sydney, Australia.

Nova Escola, 2003. “Cada um aprende de um jeito” (<https://novaescola.org.br/conteudo/1444/cada-um-aprende-de-um-jeito>), acesso jan/2019)

PADILHA, R. P. Planejamento dialógico: como construir o Projeto Político-Pedagógico da Escola. São Paulo: Cortez, Instituto Paulo Freire, 2001.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. História da ciência: o pensamento científico e a ciência no século XIX / Carlos Augusto de Proença. — 2. ed. — Brasília : FUNAG, 2012.

Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the future of the Europe. 2007 ([https://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)), Acesso Jan/2019

Sandifer, Cody. Shoe Box Circuits, *Science and Children*, V47 n4 pág 20 a 23, 2019.

SANTOS, Flávia M. T. – Afeto, emoção e motivação: uma nova agenda para a pesquisa em ensino de ciências. – Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Águas de Lindóia, SP, p. 249-255, 1997

SASSERON, Lúcia H. – O ensino por investigação: Pressupostos e Práticas – Licenciatura em Ciências USP/Univesp. Disponível em: <[https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704\\_12.pdf](https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_12.pdf)>. Acesso em 29 dez.2019.

SILVA, Eleonora Maria D. – A virtude do erro: Uma visão construtiva da avaliação. - Estudos em Avaliação Educacional, v. 19, n. 39, jan./abr. 2008. Disponível em: <http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/eae/arquivos/1420/1420.pdf>. Acesso em 01 Jan, 2020.

SILVEIRA, Fernando Lang; AXT, Rolando; Associação de pilhas em paralelo: onde e quando a usamos? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.20, n.3: p. 391-399, dez. 2003. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Associa\\_pilhas\\_paralelo.pdf](http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Associa_pilhas_paralelo.pdf)>. Acesso em: 24 dez. 2019.

Wilkinson, K. e Petrich, M. (2014). *The art of tinkering*. San Francisco: Weldon Owen.

Yoshinobu, S., T., Hayward, C., Jones, M, Laursen, S., Schumacher, C., *A broad doorway to the big tent: A four-strand model for discipline-based faculty development on inquiry-based learning*. (2021) PRIMUS

## APÊNDICES

## **APÊNDICE A**

### **Lista de Componentes**

## Lista de Componentes

Para a montagem de um KIT Eletricidade e a realização das atividades é necessário os componentes relacionados na tabela. A quantidade tem como referência uma turma de até 40 alunos, mas quanto mais componentes maior o grau de liberdade para que os alunos possam testar. Ao lado foi colocado alguns valores praticados na época, no caso 2018 na cidade de Curitiba. Muitos dos componentes podem ser retirados de aparelhos que não estão mais em uso ou podem ser produzidos, como o caso das garras jacaré, o que deixa o KIT ainda mais acessível. O valor total do KIT, ficou em 331,08 reais.

<b>Nº</b>	<b>QTD</b>	<b>Material</b>	<b>R\$</b>
	<b>37</b>	<b>Blocos de madeira Pinus ou MDF (100 x 85 x 15 mm)</b>	<b>40,00</b>
	<b>-</b>	<b>Retalhos de cabo AWG 30</b>	<b>-</b>
	<b>74</b>	<b>Parafusos 3,5 mm</b>	<b>20,00</b>
	<b>70</b>	<b>Cabos / Garra jacaré</b>	<b>70,00</b>
	<b>3</b>	<b>Suportes para 1 pilha</b>	<b>7,00</b>
	<b>5</b>	<b>Suportes para 2 pilhas</b>	<b>10,00</b>
	<b>3</b>	<b>Suportes para 3 pilhas</b>	<b>7,00</b>
	<b>3</b>	<b>Suportes para 4 pilhas</b>	<b>10,00</b>
	<b>5</b>	<b>Multímetros</b>	<b>85,00</b>
	<b>8</b>	<b>Mini Lâmpadas</b>	<b>11,68</b>
	<b>1</b>	<b>Led RGB</b>	<b>1,40</b>
	<b>1</b>	<b>Trilho de Leds (Retirado de sucata, qualquer tamanho)</b>	<b>-</b>
	<b>4</b>	<b>Potenciômetro Linear 100 K<math>\Omega</math></b>	<b>6,00</b>



	<b>5</b>	<b>Buzzer Contínuo (3V e 6V)</b>	<b>15,00</b>
	<b>6</b>	<b>Mini Chaves liga e desliga / Interruptores diversos</b>	<b>18,00</b>
	<b>1</b>	<b>Bússola</b>	<b>-</b>
	<b>5</b>	<b>Micro Motor DC 3V</b>	<b>30,00</b>
	<b>4</b>	<b>Motores diferentes retirados de brinquedos velhos</b>	<b>-</b>

Tabela: Lista de componentes do KIT Eletricidade.

## **APÊNDICE B**

### **Instruções para a Montagem do KIT Eletricidade**

## Instruções para a Montagem do KIT Eletricidade

A seguir estão disponibilizadas todas as etapas na construção do KIT Eletricidade. É importante salientar que o KIT não é algo definitivo, sempre há possibilidades de aperfeiçoá-lo e construí-lo de forma diferente. Aqui está apenas uma base.



Corte e lixe um pedaço de Madeira ou MDF 15 mm, formato retangular, com 100 mm de comprimento e 85 mm de largura. Essa parte pode ser feita manualmente ou pode-se terceirizar. No total para o Kit foram utilizados 37 unidades.

Antes de fazer a montagem nos blocos de madeira, teste todos os componentes para ver se estão funcionando apropriadamente. Para isso, ligue-os as pilhas, sempre respeitando a tensão necessária de funcionamento. Para componentes de 3V, use duas pilhas AAA, para os de 6V, utilize o suporte com 4 pilhas AAA.

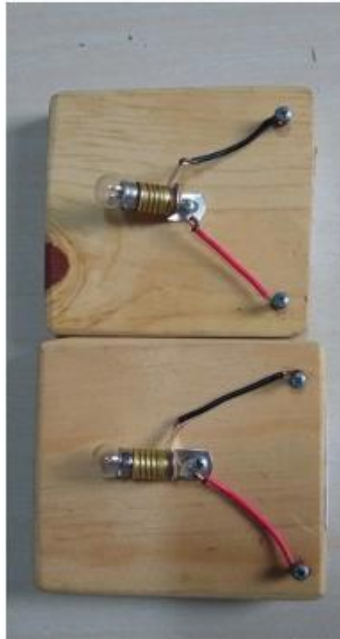


Para os motores elétricos, foi construído uma pequena base de 45 x 35 mm, com a mesma madeira, para que ficasse um pouco mais anatômico e fácil de utilizar, além de uma abraçadeira metálica. O modelo não precisa ser exatamente o que foi utilizado, contanto que fixe o motor a base.

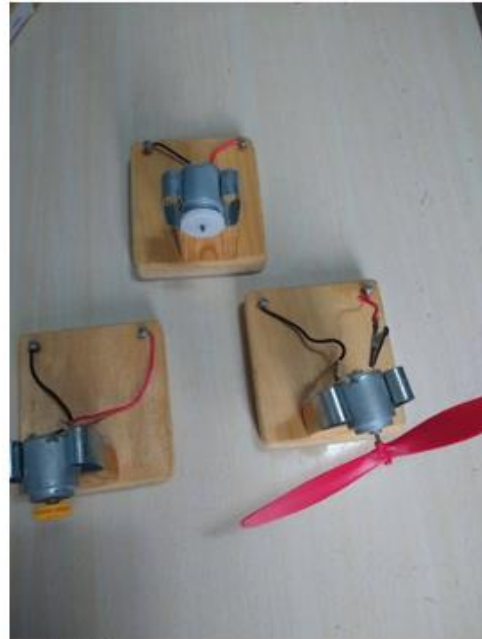
Coloque os parafusos 3,5 mm nas pontas da base de madeira.

Enrole (ou solde), um lado dos retalhos de fio, desencapados aos parafusos. O outro lado do fio, acople ao componente eletrônico. De modo que fique como expostos nas fotos que seguem.

**Mini Lâmpadas**



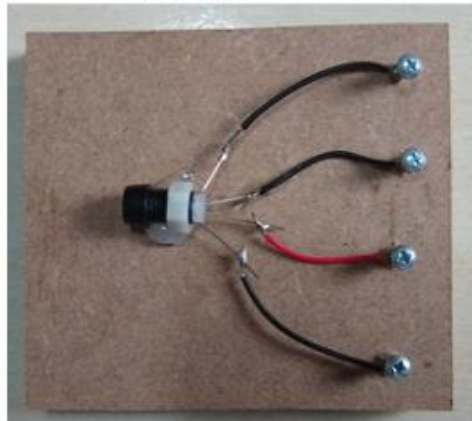
**Motor DC**



**Suporte de Pilhas**



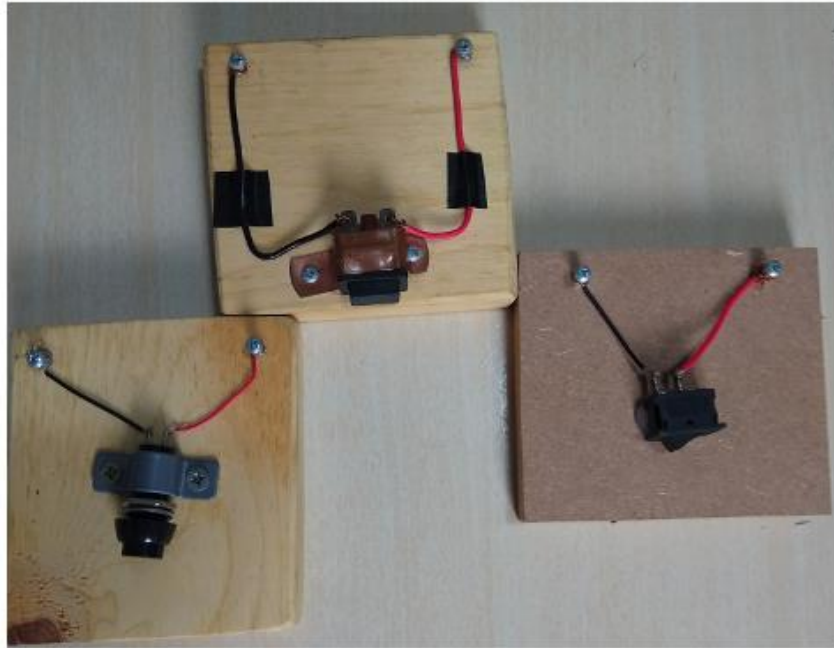
**LED RGB**



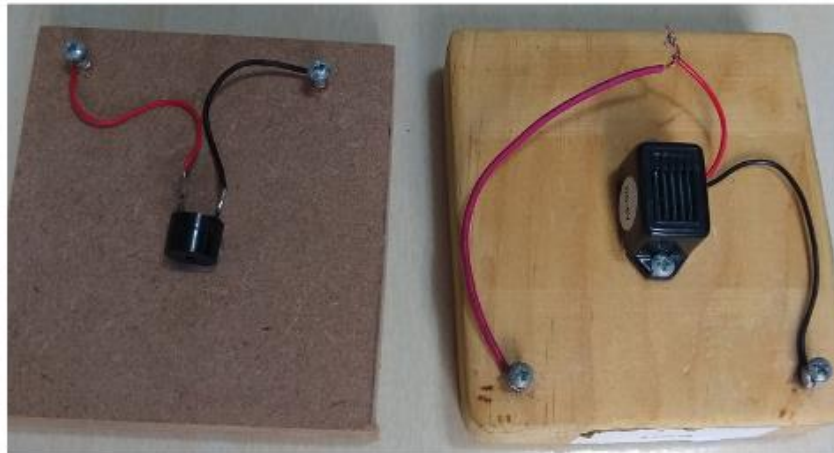
**Potenciômetro**



### Chaves/ Interruptores



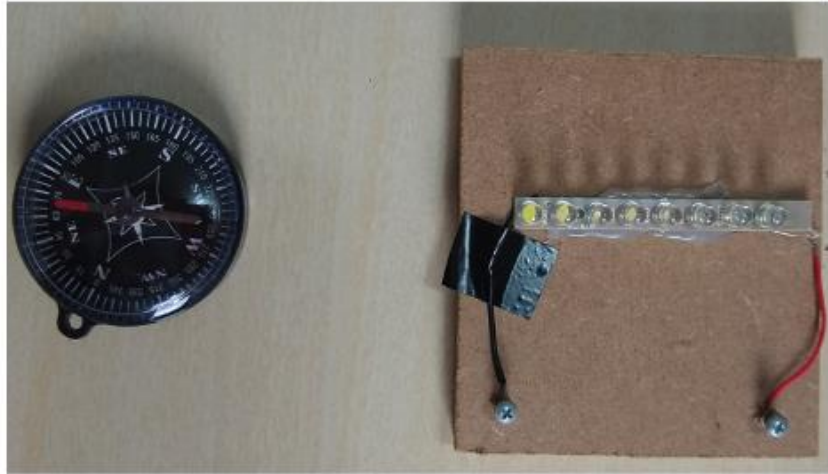
### Buzzers



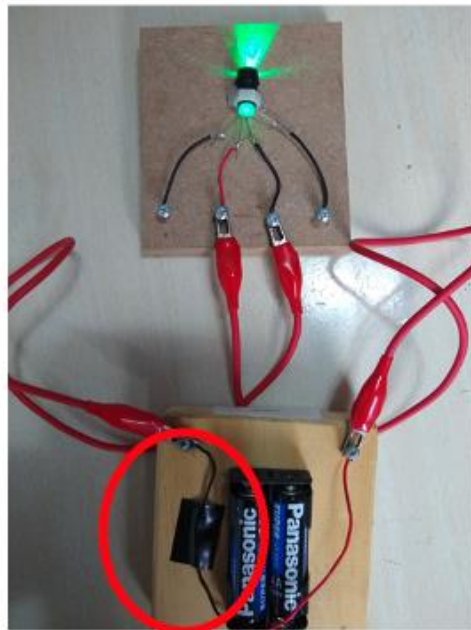
### Motores Diversos



### Trilho de Led retirado de sucata



Após realizado o procedimento em todo o KIT, explore o KIT, teste cada componente, conectando a parte das pilhas aos componentes com a cabo “jacaré”. Após verificar, fixe os fios a base, utilizando fita adesiva, ou cola quente, isso dificultará que ele venha a soltar do parafuso ou dos componentes



Divirta-se!

Se possível, corte mais blocos de madeira e deixe a mão para usar com componentes interessantes que você encontrar em casa ou na escola. Pode ser desde ventoinha de computador, motores de brinquedos de criança, botões/interruptores de fliperama, entre outros componentes.

## **APÊNDICE C**

### **Lista de Desafios Aulas 1 e 2**



Lista de Desafios Aulas 1 e 2

Marque com um (x) os desafios que foram cumpridos.

Acenda uma lâmpada	Acenda uma lâmpada usando uma chave (interruptor)	Acenda duas lâmpadas
Faça o motor funcionar	Ligue o buzzer com uma chave	Faça funcionar uma parte de um brinquedo.
Ligue uma lâmpada e o buzzer no mesmo circuito.	Faça o motor funcionar com a chave	Acenda um led
Faça um circuito capaz de controlar o brilho de uma lâmpada.	Ligue duas lâmpadas, sendo que apenas uma funciona com a chave.	Faça o desenho abaixo, de dois dos circuitos elétricos da lista.

Circuito 1

Circuito 2

## **APÊNDICE D**

### **Questionário Conhecimentos Prévios**

## Questionário Conhecimentos Prévios

1) O que é corrente elétrica?

---

---

---

---

---

2) Qual unidade é utilizada para representar corrente elétrica?

---

3) Defina circuito elétrico

---

---

---

---

4) Qual a diferença entre tensão elétrica e corrente elétrica?

---

---

---

---

5) O que é resistência elétrica?

---

---

---

---

---

6) Dê exemplos de geradores, receptores e resistores nos seu cotidiano.

---

---

7) As lâmpadas na rede elétrica de uma residência, estão associadas em série ou em paralelo?

---

---

8) O que acontece com uma lâmpada, quando colocada em uma tensão elétrica maior do que requerida?

---

---

---

---

## **APÊNDICE E**

### **Lista de Desafios Aula 7**

Lista de Desafios Aula 7

