

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



Josenilton Batista dos Santos

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS PARA O ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS  
UTILIZANDO DISPOSITIVOS SEMICONDUTORES  
— Uma Abordagem Direcionada à Educação Básica —

Maceió  
Novembro/2021

Josenilton Batista dos Santos

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS PARA O ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS  
UTILIZANDO DISPOSITIVOS SEMICONDUTORES  
— Uma Abordagem Direcionada à Educação Básica —

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação PROFIS<sup>1</sup> 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. Pedro Valentim dos Santos

Maceió  
Novembro/2021

---

<sup>1</sup> Instituto de Física, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões. Avenida Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió- AL. CEP: 57072-900

## FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo na Fonte  
Universidade Federal de Alagoas  
Biblioteca Central  
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

S237s Santos, Josenilton Batista dos.  
Sequências didáticas para o estudo de circuitos elétricos utilizando dispositivos semicondutores : uma abordagem direcionada à educação básica / Josenilton Batista dos Santos. – 2021.  
[127], 15 f. : il. color.

Orientador: Pedro Valentim dos Santos.  
Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) –  
Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação em Física. Maceió.  
Inclui produto educacional.

Bibliografia: f. 119-121.  
Apêndices: f. 122-[127] ; 1-15.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Experimentos científicos. 3. Circuitos elétricos. 4. Dispositivos de armazenamento semicondutor. I. Título.

CDU:372.853.731.3



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**INSTITUTO DE FÍSICA**

**Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 36 - UFAL**

Campus A. C. Simões - Av. Lourival de Melo Mota, S/Nº.

Tabuleiro dos Martins - 57.072-970 - Maceió - AL - Brasil

Tels.: Direção: (82) 3214-1645; Coordenação Graduação: (82) 3214.1421;

Coordenação Pós-Graduação: (82) 3214-1423 / 3214 – 1267

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE**  
**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**“SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS PARA O ESTUDO DE CIRCUITOS**  
**ELÉTRICOS UTILIZANDO DISPOSITIVOS**  
**SEMICONDUCTORES - Uma Abordagem Direcionada à**  
**Educação Básica -”.**

por

**Josenilton Batista dos Santos**

A Banca Examinadora composta pelos professores, Dr. Pedro Valentim dos Santos (Orientador), do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, Dr. Wagner Ferreira da Silva, do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, e Dr. Denis Rezende de Jesus, da Universidade Federal de Catalão - UFCAT, consideram o candidato **aprovado**.

Maceió/AL, 26 de novembro de 2021.

Prof. Dr. Pedro Valentim dos Santos

Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva

Prof. Dr. Denis Rezende de Jesus

Maceió  
Novembro/2021

A Deus, a minha esposa Solange e aos meus filhos Luiz e Lara.

## **Agradecimentos**

Difícil acreditar que após tantos anos de dedicação para que outras pessoas acendessem à carreira acadêmica e realizassem seu próprio sonho da graduação enfim consegui, pela graça de Deus, subir mais um degrau na escadaria da cátedra de elevado espaldar.

Ainda mantenho a certeza de que esse é somente mais um passo de uma longa caminhada acadêmica onde muitas pessoas se fizeram presentes e por isso sinto o dever de lembrar e agradecer, pelo menos de algumas, que foram imprescindíveis para que eu pudesse dar esse passo tão sonhado durante os últimos anos ou que fizeram parte dessa caminhada: A Deus, Todo Poderoso, por ter me dado o dom da vida e mostrado que em cada momento esteve presente cuidando dos detalhes que até mesmo eu deixei de lado.

Aos meus pais, Luiz Ernesto dos Santos (in memoria) e Maria Helena Batista dos Santos, pelo apoio e confiança incondicional mesmo quando eu não deixava claro onde queria chegar.

Aos meus irmãos, pelas brincadeiras em meio a tantos deltas e acoplados e meio (eles entendem).

À minha amada Solange, pelo amor e apoio diário.

Aos meus filhos Luiz Filipe e Lara Lavita, pelo carinho e abraço revigorante na hora de ir dormir.

Aos colegas cursistas da turma de 2018 que contribuíram direta ou indiretamente, com o apoio moral e incentivo durante o curso.

Ao meu orientador Pedro Valentim dos Santos, por acreditar no meu trabalho e estar sempre disposto a compartilhar muito de sua larga experiência.

Ao professor e amigo Kleber Cavalcanti Serra, por acreditar em mim e mostrar, através de seus exemplos como ser profissional, mas sobretudo, humano.

Aos meus alunos e colegas da Escola Estadual Pedro Joaquim de Jesus e Escola Aurélio Buarque de Holanda, pela valorosa contribuição na construção desse trabalho.

Aos professores do MNPEF, por acreditarem que esse programa é uma realidade na UFAL e que contemplam todos os atributos de uma educação de excelência.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“O homem distingue-se de animais inferiores por ser capaz de reter as experiências passadas.”  
(John Dewey).

## RESUMO

Ao descrever o objeto de conhecimento, especificamente durante as aulas de circuitos elétricos, geralmente o professor faz, na própria lousa, um esboço ou um esquema elétrico, usa uma imagem ou até mesmo um simulador eletrônico, tentando, ao máximo, reduzir a abstração nas aulas de Física. No entanto, todos esses recursos podem servir de forma complementar a uma metodologia que, nesse trabalho, é proposta como mais eficaz: a experimentação através da construção e execução de exercícios com divisores de corrente, de tensão e o uso de amplificadores operacionais. O uso de experimentos com circuitos elétricos com finalidade formativa já é uma realidade bastante presente em turmas de terceiro ano no ensino médio. Entretanto, sua aplicação no âmbito do Ensino Fundamental ainda é de caráter pouco expressivo. Além disso, em qualquer nível da Educação Básica, quando se aborda o tema dos semicondutores, geralmente acontece de forma meramente teórica. Na experimentação encontramos elementos constituintes do letramento científico que abrem possibilidades de inserção dos objetos de conhecimento de forma sequencial e que propiciam uma repaginação didática nos processos de ensino e aprendizagem. Esse trabalho traz como produto educacional sequências didáticas que tem como foco principal, a partir do uso de kits de montagem, o estudo de circuitos elétricos com o uso de semicondutores amplificadores operacionais, voltados para educação básica. Trata-se do relato de uma experiência realizada na Escola Municipal de Ensino Fundamental Aurélio Buarque de Holanda e Escola Estadual de Educação Básica Pedro Joaquim de Jesus, no município de Teotônio Vilela – AL, nas turmas de 9º e 3º anos, respectivamente, onde os alunos, num processo de coprodução com o professor, participaram de oficinas de montagem de circuitos elétricos a partir de esquemas ilustrados em roteiros de estudo visando facilitar a assimilação dos conteúdos de Física sobre eletricidade. Sabemos que ainda muito é necessário para que se alcance os patamares maiores da educação, mas esse trabalho mostrou ter potencial e ser um contributo significativo nos processos de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de Física. Experimentos. Circuitos Elétricos. Dispositivos Semicondutores.

## ABSTRACT

When describing the object of knowledge, specifically during electrical circuit classes, the teacher usually makes a sketch or an electrical diagram on the blackboard, uses an image or even an electronic simulator, trying, as much as possible, to reduce abstraction in the Physics classes. However, all these resources can serve as a supplement to a methodology that, in this work, is proposed as more effective: experimentation through the construction and execution of exercises with current and voltage dividers and the use of operational amplifiers. The use of experiments with electrical circuits for training purposes is already a very present reality in third-year high school classes. However, its application in the scope of Elementary Education is still of little expressive character. Furthermore, at any level of Basic Education, when the topic of semiconductors is approached, it usually happens in a purely theoretical way. In the experimentation we find elements that constitute scientific literacy that open possibilities for the insertion of knowledge objects in a sequential way and that provide a didactic redesign in the teaching and learning processes. This work brings as an educational product didactic sequences whose main focus, from the use of assembly kits, is the study of electrical circuits with the use of semiconductor operational amplifiers, aimed at basic education. This is the report of an experience carried out at the Municipal Elementary School Aurélio Buarque de Holanda and the Pedro Joaquim de Jesus State Basic Education School, in the municipality of Teotônio Vilela - AL, in the 9th and 3rd year classes, respectively, where the students, in a co-production process with the teacher, participated in workshops for the assembly of electrical circuits based on diagrams illustrated in study guides to facilitate the assimilation of physics content about electricity. We know that much is still needed to reach higher levels of education, but this work has shown it to have potential and to be a significant contribution to the teaching and learning processes.

Keywords: Physics education. Experiments. Electric circuits. Semiconductor Devices.

## Sumário

Josenilton Batista dos Santos.....	4
1 Introdução .....	13
2 Referencial Teórico .....	17
2.1 A Física como Educação Científica no Brasil .....	17
2.2 Momento Atual do Ensino de Física.....	22
2.3 A Teoria da Aprendizagem e o Ensino de Física.....	34
2.4 A Importância da Experimentação para o Ensino da Física .....	42
2.5 Diretrizes Que Perpassam Esse Trabalho. ....	45
3 Dispositivos Elétricos e Eletrônicos.....	47
3.1 Resistores elétricos .....	48
3.1.1 Unidade de Medida .....	49
3.1.2 Simbologia .....	49
3.1.3 Estrutura. ....	50
3.1.4 Leitura codificada.....	52
3.1.5 Resistência Ôhmica [ $\Omega$ ] .....	55
3.1.6 Associação .....	56
3.1.6.1 Série .....	56
3.1.6.2 Paralela .....	57
3.1.6.3 Mista .....	58
3.2 Capacitores elétricos .....	59
3.3 Semicondutores .....	62
3.4 Dispositivos Emissores de Luz .....	66
3.5 Amplificadores Operacionais.....	67
3.6 Circuitos elétricos.....	69
4 Proposta de Intervenção e Metodologia.....	70
4.1 Relevância desse Trabalho .....	70
4.2 Estado da Arte .....	77
4.3 Descrição do Sujeito de Pesquisa.....	87
4.4 Do que trata o Produto Educacional .....	89

4.4.1 Fases de Aplicação do Produto Educacional .....	91
4.4.1.1 A Proposta .....	91
4.4.1.2 As explicações/oficinas .....	92
5 Resultados e Discussões .....	97
5.1 Algumas Considerações.....	97
5.2 Referencial para Localização .....	97
5.3 O Professor Como Facilitador .....	100
5.4 Articulando Saberes .....	102
5.4.1 As explicações .....	104
5.4.2 Exercícios Pré oficinas.....	104
5.4.3 Sobre o Exercício Pré .....	105
5.4.4 Os Kits de Montagem .....	108
5.4.4.3 Oficinas com Circuitos Integrado 555 [no modo Astável] ....	108
6 Considerações Finais .....	116
Referências Bibliográficas.....	119
Apêndice A Exercícios Pré Oficinas .....	122
Apêndice B Esquema de montagem do circuito.....	123
Anexo A PROPOSIÇÃO DE CONTINUUM CURRICULAR 2020/2021 .....	124
Apêndice C Produto Educacional.....	127
Sumário .....	1
Introdução.....	1
2. Resistores elétricos .....	2
2.1 Unidade de Medida .....	2
2.2 Simbologia.....	2
2.3 Estrutura .....	3
2.4 Leitura codificada .....	4
2.5 Resistência Ôhmica [ $\Omega$ ] .....	5
2.6 Associação de Resistores.....	5
2.6.1 Associação Série .....	6
2.6.2 Associação Paralela.....	6
2.6.3 Associação Mista .....	7

3. Capacitores elétricos.....	7
4. Semicondutores .....	9
4.1 Dispositivos Emissores de Luz .....	9
4.2 Amplificadores Operacionais.....	10
4.3 Circuitos elétricos.....	11
5. Fase Experimental.....	11
5.4. Sobre o Exercício Pré .....	12
5.5. Os Kits de Montagem .....	13
5.6. Circuitos Integrado 555 [no modo Astável] .....	13

# 1 Introdução

Era século XX, 1992, para ser mais preciso. Aquele jovem era fascinado pelas aulas de Ciências, mas nesse ano, especificamente, iria vivenciar a experiência de estudar as tão anunciadas Química e Física da, hoje extinta, oitava série. Chega o professor. Postura inacessível, linguajar rebuscado e o rigor matemático com o qual cobrava nas respostas, apenas tentava esconder o que notadamente não dominava: os conteúdos aos quais propunha. Naquele mesmo século, mas já no Ensino Médio, o jovem tem a experiência de se encontrar com um professor fluente na Física, mas, a falta de condições de trabalho o impedia de conduzir a turma a outro nível de experiência com a componente curricular.

Foi quando aquele jovem ingressou na Escola Técnica Federal e sua imergência nas aulas experimentais mudou a sua vida.

Já é século XXI, mesmo em meio a tantos percalços o jovem leva sua paixão adiante. Agora, licenciado em Física, tenta preencher as lacunas que antes via e apontava em seus professores das antigas escolas. Então, ele começa a compreender que a educação estranhamente perpassa por lógicas que não possuem nenhuma lógica. Terçando indulto pelo galicismo, mas parece ser um déjà-vu das experiências à época vivenciadas. Enquanto no ensino que tem o nome de Fundamental a Ciência nos anos iniciais é ensinada por um único professor que trabalha todas as outras componentes curriculares, nos anos finais é ensinada separadamente, é verdade, mas por biólogos, químicos e físicos. Entretanto, um lamentável agravante surge no Ensino Médio, a Física sofre por muitas vezes ser ministrada por profissionais das conhecidas “áreas afins”, ou seja, ainda nos dias de hoje professores licenciados em Biologia, Química ou Matemática ministram aulas de Física.

Pareceria que este trabalho trataria de um bom drama não fosse essa a realidade bem presente em várias partes do território nacional.

Assim, nem precisamos nos esforçar tanto para entender por qual razão os estudantes brasileiros após serem avaliados pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) em todo o Brasil, através do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), segundo dados tabulados com a avaliação realizada em 2018, em 2019, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) coloca nosso país na 67ª posição no Ranking Mundial de Aprendizagem em Ciências.

De fato, a Ciência ou especificamente a Física não desperta paixão em todos, entretanto, deveria. Longe de querer ser prosélito, mas é estranho, na verdade é quase que inconcebível pensar que uma ciência fundamentada em experimentos, que se baseia não apenas em hipóteses, mas em medições, verificação de padrões existentes e análises matemáticas com o objetivo de encontrar leis físicas quantitativas para tudo, desde o mundo nano do microcosmos até os maiores planetas, sistemas solares, galáxias e multiversos que ocupam o macrocosmos. Que tira os indivíduos da posição de meros espectadores dos fenômenos naturais, que os transfere do mundo da ignorância e dá a eles lugar de fala, como é o meu caso contado no início desse capítulo, seja tomada como algo quase que abominável para muitos estudantes.

A Física é crucial para entendermos o mundo à nossa volta, o mundo dentro de nós e o mundo além de nós. Ela consegue ser a ciência mais básica e ao mesmo tempo fundamental, que possui a capacidade de desafiar a nossa imaginação e levar a grandes descobertas que mudam completamente a nossa vida e toda a humanidade.

Contudo, com muita frequência, os estudantes de Física são tentados por sentimentos de desânimo, desistência e fracasso, em vez de se permitir experimentar as alegrias criativas da descoberta que a eles tem a oferecer. Carregam em si a falsa ideia de que a Física é algo altamente complexo e, para muitos, inacessível, sendo muitos desses preconceitos criados a partir de especulações baseadas em comentários de colegas de escola e, muitas vezes até, por professores

que do alto de sua insegurança por não pertencer ao seleto grupo dos formados de fato e de direito, buscam na compulsão das “complexas equações” e infundáveis cálculos “colocar o aluno no seu devido lugar”, postura totalmente contrária ao ardor que preenche o coração do professor de Física que tem prazer em ver seu discípulo, sim, trata-se de um legado, um verdadeiro discipulado, ampliar sua visão e compreensão de mundo ao observar a natureza e contemplar ao desvendar os seus mistérios.

Muito se fala sobre os antigos paradigmas do ensino da Física. Às vezes até lembrado como um modelo rude e obsoleto. Contudo, o que apresentamos como proposta nesse trabalho não se trata de agregar juízo de valor aos antigos métodos pois, eles em si possuem os seus méritos. E é justamente o que constataremos no espaço desse trabalho separado para tratarmos de teorias da aprendizagem que alicerçam essa pesquisa, as quais mostram que já há muito se falava da aprendizagem através da prática.

Tampouco queremos apresentar mais do mesmo. Longe de querer apontar essas situações como puramente teóricas ou puramente práticas, o que temos é um horizonte de circunstâncias que revelam, pelo menos em parte, razões pelas quais os alunos concebem a Física como obstáculo na sua carreira estudantil.

Este trabalho de dissertação apresenta métodos de inovação em ensino. Trata de um produto educacional que tem, portanto, o objetivo de explorar como vários aspectos dos ambientes de aprendizagem interagem com os alunos concitando aqui o uso de montagem de circuitos elétricos com o auxílio de componentes eletrônicos expandindo um pouco além do básico e usando dispositivos semicondutores, a saber, amplificadores operacionais, doravante apresentados com a sigla AMP OP, visando ampliar a compreensão dos conteúdos apresentados, tornar a fundamentação teórica apresentada nas aulas expositivas mais contundentes e eficazes, propor uma aula de Física mais emocionante e motivadora para os alunos e sendo esses motivados, utilizar métodos

qualitativos e quantitativos para explorar como os alunos são motivados a se envolver em Física e como se sentem sobre si mesmos enquanto se envolvem com a componente curricular.

## 2 Referencial Teórico

### 2.1 A Física como Educação Científica no Brasil

A história do desenvolvimento da Física no Brasil está intimamente relacionada à história do ensino de engenharia no âmbito do que se tinha como mais relevante às instituições de ensino superior na época, a saber, as escolas politécnicas que, naquele momento, eram bem poucas, diga-se de passagem, além das faculdades de medicina.

Além de destacar a pouca participação das mulheres na pesquisa científica no Brasil, sobretudo na área da matemática, Silva (2006), aponta enfaticamente o início do século XX como os primórdios da educação científica no Brasil e das escolas politécnicas como principais centros de formação:

No início do século XX, com a ausência de faculdades destinadas à formação de matemáticos e sem um programa de fomento à pesquisa, os pesquisadores adquiriam a sua formação em escolas politécnicas e atuavam de forma isolada, levando à frente suas pesquisas motivados pelo interesse apaixonado em resolver problemas tanto na matemática pura quanto na aplicada e em outras afins. (SILVA, p. 2, 2006.)

Até 1930, a matemática desenvolvia-se timidamente no país, graças aos esforços isolados de autodidatas. Algumas mentes brilhantes começaram a despontar, quase como num processo de seleção natural. A maioria dos que vamos mencionar obteve a sua formação acadêmica em escolas politécnicas e não em faculdades especializadas de matemática, que só começaram a surgir a partir dos anos 30. (SILVA, p. 3, 2006.)

As mulheres não estiveram ausentes na construção do campo científico da matemática no Brasil, mas apenas um número reduzido delas teve acesso a uma formação específica. Como o acesso dos brasileiros à matemática se deu pelas Escolas Politécnicas, e esse era um reduto tradicionalmente masculino, foi apenas com o surgimento das faculdades de filosofia, na década de 1930, que as mulheres começaram realmente a ocupar espaços. (SILVA, p. 14, 2006.)

No final do século XIX e início do século XX, a matemática feita o Brasil estava restrita a poucas

instituições (especialmente as escolas politécnicas e de engenharia), e o grupo de pesquisadores era muito reduzido. (SILVA, p. 15, 2006.)

No Brasil do século XIX, em meio ao período da República Velha, quando ainda não se tinha ciência do curso de Física, *ipsis litteris*, a engenharia era quem se destacava no vasto corpo de informações sobre as ciências naturais. Grande parte dos catedráticos eram estrangeiros convidados ou imigrantes que aqui se formavam, como é o caso de Henrique Charles Morize (1860-1930), um jovem francês que chega ao Brasil em 1875 na flor dos seus 15 anos de idade e que, no decorrer de sua carreira acadêmica, faz engenharia na Politécnica do Rio de Janeiro onde ali desperta seu interesse pela Física que, à época, apesar de sua relevância, tratava-se meramente de uma componente curricular das cadeiras de engenharia e medicina.

**Figura 2.1.** Henrique Charles Morize (1860-1930).  
Considerado o pioneiro na cátedra de Física no Brasil.



**Fonte:** IFSC.

Ele organiza uma série de experimentos relacionados ao Raio X e Raios Catódicos e em 1898, com a vacância na cadeira de Física Experimental, faz e obtém sucesso no concurso. E é somente então, no final da segunda metade do século, que teríamos o que podemos chamar de momento parturiente da Física profissional no Brasil, tendo Morize como primeiro catedrático reconhecido na área.

Voltando a mencionar o que foi posto na introdução desse trabalho, no tocante à grande dificuldade de se reconhecer a

importância da Física para a sociedade, não pelos físicos, mas pela própria sociedade, é importante destacar que a história da Física, para os ingressantes em suas cadeiras, se vale inclusive, de disciplinas em sua grade como História da Ciência, Filosofia da Ciência e Marcos do Desenvolvimento da Física e para os não discentes, a sociedade em geral, de trabalhos como esse, não como uma necessidade existencial, mas como instrumento de auto referência para que sua história não sofra distorções e seja contada com íntegra fidelidade. Mas, caso o leitor ainda não tenha “tomado ciência” da beleza que há nesse contexto, peço gentilmente, que volte, pelo menos aos parágrafos 6 e 7 da introdução.

Sobre a necessidade da auto referência vejamos um exemplo, por Moreira:

Talvez a primeira pesquisa experimental, dentro do contexto da Física Moderna, tenha sido realizada no Brasil pelo físico e astrônomo Henrique Morize (1860-1930). Ele publicou, em 1898, uma tese com o título Raios Catódicos e de Roentgen – Estudo teórico e experimental da descarga nos gases rarefeitos, na qual estão relatados alguns experimentos, feitos em 1896/97, sobre um dos mais importantes temas da física da época: a natureza e o comportamento dos raios catódicos e dos raios de Roentgen (raios-X).

A tese foi apresentada no concurso para a cátedra de Física Experimental na Escola Politécnica do Rio de Janeiro e se dividia em quatro partes: Descarga elétrica nos gases rarefeitos; Raios catódicos; Raios de Roentgen; Dispositivos experimentais e aplicações. (*Ildeu de Castro Moreira, 2003 – Notas da História da Física no Brasil*)

Sobre esse pioneiro, Moreira (2003) ainda destaca nesse mesmo trabalho que “Morize não foi o primeiro a fazer radiografias no Brasil, mas seu engajamento na técnica foi grande a ponto de ele montar o primeiro gabinete radiológico do país.”

O lento e tardio desenvolvimento da física no Brasil também foi causado pela consciência posterior da necessidade de estabelecer laboratórios físicos equipados de acordo com os conceitos e requisitos modernos da ciência. Na verdade, isso só reforça a ideia de que para

lideranças de outras esferas fora do âmbito educacional, esses assuntos sempre ficam em segundo plano. Enquanto na Europa crescia o conceito claro da necessidade de o Estado cultivar a ciência como base do bem-estar humano, como fruto essencial da própria vida, no Brasil, até mesmo nos dias atuais, esse assunto continua sendo tratado como algo exótico e fora da lista de prioridades.

É somente então, no final da República Velha, já na década de 1930, ressaltando que não se trata aqui de um hiato nos feitos históricos da Física, mas apenas damos um salto proposital por simplesmente entender e reconhecer que um registro mais detalhado geraria tantos livros a não caber em uma quilométrica estante, quanto mais em um simples trabalho, que Luiz Freire (1896-1963), um jovem professor da Escola de Engenharia de Pernambuco, o qual teve participação ativa em todo o processo em prol da promoção e divulgação acadêmica incentivando e acompanhando novos rumos tomados pela Física em favor da criação de escolas especializadas a formar pesquisadores e cientistas.

**Figura 2.2.** Luiz Freire (1896-1963).



**Fonte:** IFSC.

Luiz Freire contribuiu significativamente para a formação científica de diversos jovens pesquisadores, como exemplo, Leite Lopes, que a respeito de Freire diz:

Conheci-o no ano de 1936, quando ingressei na Escola de Engenharia de Pernambuco com a intenção de tornar-me químico industrial. As primeiras aulas de Física, no gabinete da velha Escola, proferidas por Luiz Freire tiveram para mim a força de uma revelação.

Com a atenção presa no que dizia e escrevia no quadro negro, começávamos a descobrir a Física [...] imediatamente senti, que o meu caminho não era o de químico industrial e orientei os meus passos, sob sua influência [...]. (LEITE LOPES, 2004).

Assim, foi somente no final do período da República Velha que o ensino da Física começou a ser abrangentemente difundido pelo território nacional, com iniciativas de brasileiros, mas com raízes internacionais.

Mesmo não desenvolvendo pesquisas na área da Física Pura, as contribuições de Luiz Freire sobre a difusão do ensino da Física entre jovens interessados ganham o reconhecimento de Anísio Teixeira, grande educador brasileiro que em 1932, juntamente com outras personalidades notórias do cenário brasileiro, lidera o então chamado “Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova<sup>2</sup>” o qual daremos enfoque mais adiante.

Nomeado em 1938, por Anísio Teixeira, como primeiro reitor da Universidade do Distrito Federal, Freire, que prontamente aceita o convite, tem suas expectativas frustradas por não conseguir incentivo financeiro por parte do governo para custear suas despesas na transferência de endereço.

Em 1938, Luiz Freire foi convidado para ser professor na Faculdade de Ciências da então florescente Universidade do Distrito Federal. Ali esteve trabalhando durante alguns meses, mas quando se aprontou para mudar-se definitivamente do Recife para a Capital Federal, ao solicitar ajuda para a viagem da família. Foi-lhe dito pelo órgão burocrático apropriado, frieza característica, que a ajuda só era possível para professores estrangeiros. De nada valeu a intervenção das autoridades universitárias, dos seus amigos, perplexos diante da discriminação. Permaneceu, assim, Freire no Recife, não sem antes haver

---

<sup>2</sup> Nos anos de 1930, católicos e liberais, que defendiam projetos diferenciados de reconstrução nacional pela via da educação, confrontaram-se em um debate acirrado que atinge o seu auge com a publicação, em 1932, por parte do segundo grupo, do “Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova”, documento emblemático da história da nossa educação. Esse debate prolongou-se por todo o processo constituinte de que se originou a Constituição Brasileira de 1934. A esse respeito, ver Xavier (2003). Na segunda metade dos anos de 1950, esse debate foi retomado, no bojo da discussão dos projetos da Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional. (XAVIER, et al, 2004).

dirigido veemente protesto às autoridades da República (LEITE LOPES, 2004).

Esse intempestivo fato remonta a algo aqui já citado: parece ser um déjà-vu das experiências à época vivenciadas.

## **2.2 Momento Atual do Ensino de Física**

Até os anos que antecederam a Segunda Guerra Mundial o ensino das Ciências da Natureza evoluiu de forma não muito expressiva no tocante ao tema do curriculum. A partir dos primeiros anos subsequentes, é dado início então a uma nova fase de grandes sobressaltos principalmente porque se observava uma corrida espacial entre os soviéticos e os EUA. Os norte-americanos resolvem investir na reformulação de seu curriculum desde a base e, para tanto, lançam o projeto conhecido como PSSC (Physical Science Study Committee) que tinha como objetivo a produção de novos livros didáticos recheados de experimentos trazendo a ciência do mundo abstrato para o cotidiano dos alunos da escola básica.

Essa iniciativa do MIT (Massachusetts Institute of Technology) em 1956, foi seguida por professores de grande parte da Europa e também foi introduzida aqui no Brasil. Sobre esses livros, Moreira (2000) relata:

Falar sobre ensino de Física no Brasil é falar também sobre ensino de Física em nível internacional. As tendências passadas e futuras desse ensino em nosso país são, guardadas as proporções e respeitadas as peculiaridades nacionais, as mesmas de muitos outros países. Embora tenha sido desenvolvido nos Estados Unidos, o curso de Física do PSSC (Physical Science Study Committee) é um bom ponto de partida para uma breve análise retrospectiva do ensino de Física, no ensino médio, em nível internacional. Trata-se de um projeto de renovação do currículo de Física no ensino médio, iniciado em 1956, no M.I.T., com apoio da N.S.F., fruto de uma grande insatisfação, particularmente entre os físicos, com o ensino da Física, naquela época, nas escolas secundárias norte-americanas.

A primeira edição do PSSC Physics foi publicada em 1960, pela D.C. Heath & Co., e sua tradução para o português, em 1963, pela Editora Universidade de Brasília. Não era,

simplesmente, um novo livro de Física para a escola média. Era um projeto curricular completo, com materiais instrucionais educativos inovadores e uma filosofia de ensino de Física, destacando procedimentos físicos e a estrutura da Física. Até essa época, o ensino de Física era baseado, ou referenciado, por livros de texto, dentre os quais destaco três com os quais tive familiaridade como aluno e, mais tarde, como professor de ensino médio nos anos sessenta: Introdução à Física, de Maiztegui & Sábato (1951), Física na Escola Secundária, de Blackwood, Herron & Kelly (1958) e Introdução à Eletricidade, ao Magnetismo e à Ótica, de R.A. Salmeron (1961). A atividade experimental desenvolvida pelo aluno já era considerada importante no ensino de Física, mas o referencial era o livro de texto. (MOREIRA, M. A, 2000).

Obviamente, o livro didático não sofreu apenas essa influência ao longo da história. Durante o período da repressão na década de 60, foi intensa a censura sobre toda e qualquer produção artístico-cultural que, porventura, contrariasse as doutrinas dos militares.

Além da música, literatura, teatro, cinema, dentre outros, em se tratando de educação a coisa não foi diferente. A escola, sendo vitimada de várias ingerências e censuras, que iam a contragosto da classe estudantil, desencadeou reações de revoltas e embates de grande expressão na história do país. Essa postura de oposição às intervenções militares, culminou na promulgação, em 9 de novembro de 1964, da Lei Suplicy de Lacerda que coloca todas as questões estudantis sujeitas ao controle do Governo centralizado além de declarar a ilegalidade da União Nacional dos Estudantes (UNE) a qual passa a agir na clandestinidade.

Esse fato leva a escola pública a uma severa crise e para piorar o cenário, o governo passa a demonstrar apoio à elitização da escola através da oferta de sistema de bolsas para alunos do ensino particular aumentando cada vez mais o anteposto preferencial da escola dos mais abastados. Além disso, foi retirado o ensino de Filosofia da grade curricular do antigo Segundo Grau e foram criadas as escolas profissionalizantes.

É o que relata Carminati (1997, p.32):

[...] em 1964 a lei 4.464, conhecida como lei Suplicy de Lacerda, que proibiu a União Nacional dos Estudantes - UNE e a lei 4.440 que institucionalizou o salário educação (2/3 do salário – mínimo de cada trabalhador devia ser pago pelas empresas à Previdência Social); a alteração Constitucional fortaleceu o ensino particular, através da ajuda financeira do governo, inclusive concedendo bolsas de estudo; em 1968, a lei nº. 5.540 da reforma universitária; a institucionalização do Mobral – Movimento Brasileiro de Alfabetização em 1969; culminando com a reforma do ensino de I e II graus – lei 5.692/71, que institucionalizou o ensino profissionalizante e, entre outras medidas, afastou o ensino de Filosofia dos currículos de II grau. (CARMINATI, 1997, p.32).

Como vimos, nesse período, como alento aos marginalizados, emerge no cenário educacional brasileiro o Ensino Mobral – Movimento Brasileiro de Alfabetização, uma cópia do Método Freire aos moldes do regime militar, o que reforça a ideia de que no processo educacional é muito delicado propostas de total ruptura de paradigmas.

Sobre seu método, Freire (1980) aponta como resultados:

Os resultados obtidos – 300 trabalhadores alfabetizados em 45 dias – impressionaram profundamente a opinião pública. Decidiu-se aplicar o método em todo o território nacional, mas desta vez com o apoio do Governo Federal. E foi assim que, entre junho de 1963 e março de 1964, foram realizados cursos de formação de coordenadores na maior parte das Capitais dos Estados brasileiros (no Estado da Guanabara se inscreveram mais de 6.000 pessoas; igualmente criaram-se cursos nos Estados do Rio Grande do Norte, São Paulo, Bahia, Sergipe e Rio Grande do Sul, que agrupavam vários milhares de pessoas). O plano de ação de 1964 previa a instalação de 20.000 círculos de cultura, capazes de formar, no mesmo ano, por volta de 2 milhões de alunos. (Cada círculo educava, em dois meses, 30 alunos.). (FREIRE, 1980, p. 17-18)

Anos mais tarde, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) vem com propostas anunciadas como inovadoras referentes ao ensino básico e superior e aos recursos para a educação nacional.

A LDB apresenta como ponto alto o chamado “aprender para a vida”. Essa é uma proposta que não é nova, veremos mais sobre esse tema um pouco mais adiante, onde observa-se que a mesma tem como enfoque a aprendizagem significativa baseada na boa formação.

Sobre a LDB, Omena (2011) diz que:

Através dessa lei pode-se dizer que a reforma que se esperava desde 1964, período que se falava em mudanças no que diz respeito à educação, passou a ser de fato percebida. A educação deixa de ser verificada como mera reprodução mecânica, onde o professor apenas repassava os conteúdos para os alunos, e estes por sua vez tinham que absorvê-los, e adquire uma nova percepção de formação para vida. (OMENA, 2011, p.2).

Essas temáticas eram então abordadas nas Conferências Nacionais da Educação (Conae) que já aconteciam no Brasil desde 1927, sendo a primeira direcionada ao Ensino Médio na conferência realizada em Belo Horizonte (MG) em 1928 com o tema "Ensino Secundário".

Somente em 2014, essas conferências são institucionalizadas, como discorre o texto do parágrafo 2º, Art. 6º da Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014, que aprova o Plano Nacional de Educação (PNE):

§ 2º As conferências nacionais de educação realizar-se-ão com intervalo de até 4 (quatro) anos entre elas, com o objetivo de avaliar a execução deste PNE e subsidiar a elaboração do plano nacional de educação para o decênio subsequente. (BRASIL, 2014).

Posteriormente, são implementadas às disciplinas escolares os temas ou eixos transversais através dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Essa, aparentemente, nova visão da educação vem como um incentivo a um ensino mais flexível e ao mesmo tempo mais global a fim de se tornar mais eficiente.

Nesse contexto, a disciplina de Física apresenta a incorporação do sistema Ciência - Tecnologia - Sociedade (CTS), uma proposta que visa abordar diversos temas e aspectos que serão de extrema importância para a aprendizagem e também para o melhor desempenho do educando na sua vida e no seu trabalho através do desenvolvimento de sua formação em habilidades e técnicas experimentais, como também o uso de equipamentos e instrumentos de medidas.

Então, talvez não se trate de um único paradigma educacional. O uso até dizer que a palavra paradigma aqui está mal aplicada, como certamente acontece em vários outros contextos. Explicando, na Física é facilmente observável o uso do termo “Queda Livre” para explicar o movimento vertical de cima para baixo de corpos que são abandonados. Entretanto, o Princípio Fundamental da Inércia (1ª Lei de Newton) diz que corpos que são abandonados quais possuam sua velocidade inicial igual a zero  $v_0 = 0$  m/s, permanecerão em repouso na ausência de forças externas que alterem seu estado original. A definição newtoniana para primeira lei é completamente antagônica ao que se atribui erroneamente ao conceito de Queda Livre, pois algo que realmente está livre, segundo a primeira lei, simplesmente não cai.

Analogamente ao que está posto, o termo paradigma empregado na educação, quando usado no sentido de modelo a ser seguido, torna-se inoportuno, pois indica a tomada de ações engessada em um formato pré-definido a ser replicado. Entretanto, se o emprego do termo tem o sentido de fragmento ou amostra de um processo, leva-nos a compreensão mais adequada de que a educação apresenta constante mutação e que acompanha a realidade presente em sua época.

Então, ressaltamos e insistimos na fala de que nenhum modelo educacional tem mérito exclusivo. Moreira (2000) defende a interdependência entre essas várias iniciativas aplicadas, sobretudo em escolas de Ensino Médio:

Ao longo dos cinquenta anos, enfocados nesta rápida retrospectiva sobre o ensino de Física em escolas de nível médio, não se pode deixar de mencionar iniciativas e contribuições importantes como “Física do cotidiano”, “equipamento de baixo custo”, “ciência, tecnologia e sociedade”, “história e Filosofia da ciência” e, recentemente, “Física Contemporânea” e “novas tecnologias”. Creio que cada uma destas vertentes tem seu valor, mas também suas limitações e, até mesmo, prejuízos para o ensino da Física, na medida que forem exclusivas. Julgo que é um erro ensinar Física sob um único enfoque, por mais atraente e moderno que seja. Por exemplo, ensinar Física somente sob a ótica da Física do cotidiano é uma

distorção porque, em boa medida, aprender Física é, justamente, libertar-se do dia-a-dia.

De modo semelhante, ensinar Física apenas sob a perspectiva histórica, também não me parece uma boa metodologia porque para adquirir/construir conhecimentos o ser humano, normalmente, não precisa descobri-los, nem passar pelo processo histórico de sua construção. Tampouco o microcomputador seria um bom recurso metodológico, se for usado com exclusividade, dispensando a interação pessoal, a troca, ou negociação, de significados que é fundamental para um bom ensino de Física. (Moreira, M.A. 2000).

Quando existe uma abordagem que consegue vincular teoria e prática, tudo tem mais significado e o aluno aprende com maior facilidade e clareza os conteúdos abordados pois a interdisciplinaridade e a contextualização são fatores imprescindíveis à aprendizagem significativa.

Da mesma forma como a Ciência não está pronta e acabada, ousamos dizer que os modelos educacionais são apenas amostras pontuais de algo mais amplo, um processo no qual os modelos são recortes para acompanharmos tais transformações ao longo da história.

Com a institucionalização das (Conae) em 2014, o debate sobre um documento norteador, já previsto na LDB, que viesse garantir os conhecimentos mínimos, mas de forma igualitária, através de conteúdos estabelecidos para todo o território nacional sob o planejamento das unidades federadas, passou a tomar corpo. Entretanto, o excêntrico cenário político reserva amargas surpresas. Ao assumir o poder de forma transitória, o governo por força da Medida Provisória (MP) nº 746, de 2016, publica a Reformulação do Ensino Médio sem consulta às representações da sociedade.

Essa medida controversa, que sem sombras de dúvidas remete aos tempos obscuros da lei Suplicy de Lacerda, gera debates acalorados, pedidos de atenção e declarações de repúdio à maneira qual as diretrizes governamentais eram impostas.

As declarações do governo eram de que a consulta pública tinha ocorrido, entretanto, os eruditos da educação afirmavam que o número de contribuições não representava as demandas da sociedade.

Mesmo as contribuições divulgadas pelo governo não sugeriam uma ampla aceitação dos pontos levantados pela proposta do documento intitulado Base Nacional Comum Curricular (BNCC). É o que mostra a tabela abaixo (Tabela 2.2) com uma concatenação das contribuições de diversas fontes, que formam a parte anexa dos trâmites da BNCC. Para evitar parcialidade ou posicionamentos que apontem recortes fora de seu devido contexto, abaixo da tabela 2.2 é disponibilizado o endereço eletrônico para que os textos sejam apreciados na íntegra.

**Tabela 2.2.** - (BNCC) - Etapa Ensino Médio - Contribuição – Diversas Fontes.

Nº	CONTRIBUIÇÃO	FONTE
01	A análise do documento, referente ao Ensino Médio, tem uma dificuldade que não estava presente na discussão anterior. Há uma lei que mudou partes da LDB e criou estruturas no EM que precisam ser consideradas, ao se discutir o que os estudantes devem aprender no EM.	Texto - A discussão da BNCC no CNE - José Francisco Soares
02	Temos pela frente a BNCC do ensino médio elaborada pelo MEC. Sobre ela, tenho severas críticas que considero honesto explicitar e ponderações que julgo necessário fazer. A primeira conclusão a que chego é que não é possível separar a discussão da BNCC da discussão da Lei nº 13415, de fevereiro de 2017, que teve origem em Medida Provisória do Presidente da República e estabeleceu os fundamentos do que chamam de “reforma do ensino médio”. Uma coisa está intrinsecamente ligada à outra. A própria Lei é clara ao estabelecer que é a BNCC que lhe dará “corpo e alma”. Problemas da Lei contaminam a BNCC. Problemas da Base incidirão sobre a Lei.	Cesar Callegari – Carta
03	Só teremos uma BNCC quando os 5.570 municípios do Brasil contarem com livros didáticos que apresentem e discutam sua realidade local, com competência e adequação pedagógica, de forma a dar base material e intelectual para todas as crianças, jovens e adultos entenderem e mudarem para melhor a realidade próxima em que vivem.	João Monlevade - Três Reflexões sobre a BNCC -
04	A Assembleia Geral dos Sócios da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), considerando que a Reforma de Ensino Médio e a BNCC a ela articulada têm características excludentes e que podem levar a um aprofundamento das desigualdades sociais, ao contrário do exposto em propagandas oficiais;	Anexo of. SBPC 128 - Moção sobre a Lei de Reforma do Ensino Médio
05	A redação do § 1º do Art. 36 da LDB não assegura que todos os itinerários formativos sejam oferecidos em toda a	Texto - Federação

Nº	CONTRIBUIÇÃO	FONTE
	rede escolar, assim, propomos que os sistemas possam compor seus currículos contemplando um ou mais itinerários formativos, respeitadas as características regionais.	Nacional das Escolas Particulares - FENEP
06	A presente avaliação se pauta na análise sistemática dos principais instrumentos que institucionalizaram e que visam regulamentar a "reforma do Ensino Médio", com destaque para a Lei 13.415, que aprovou a antirreforma (impondo mais prejuízos que benefícios à etapa escolar) , a Portaria MEC 727/2017, que instituiu o Programa de Fomento às Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral – EMTI, e as minutas do Ministério da Educação sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCN-EM), ambas enviadas recentemente ao Conselho Nacional de Educação (CNE).	Confederação Nacional dos Trabalhadores em Educação - CNTE
07	A ESCOLA QUE NÃO QUEREMOS Pela não aprovação do documento orientador de políticas para a Educação Básica/Ensino Médio (BNCC/EM) Pela revogação da Reforma do Ensino Médio (Lei 13.415/2017)	Carta de Campo Grande
08	O Conselho Nacional dos Direitos da Criança e do Adolescente – Conanda, no uso da atribuição que lhe confere a Lei nº 8.242, de 12 de outubro de 1991, como órgão formulador e controlador da política de proteção integral à criança e ao adolescente vem a público manifestar seu repúdio a respeito da Reforma do Ensino Médio e as alterações na Base Nacional Comum Curricular.	Nota de Repúdio- CONANDA
09	Reivindicamos por fim, que o ensino de arte tenha uma atenção especial no texto da BNCC de forma a garantir sua presença efetiva na educação básica, considerando a diversidade regional, social e política das escolas no país. Que a arte na educação seja um direito garantido como área de conhecimento imprescindível no processo crítico, ético e estético na formação dos educandos.	Federação de Arte Educadores do Brasil - FAEB
10	Conscientes da importância da Arte nas distintas etapas da educação, nós, docentes e técnicos dos Núcleos de Arte e Cultura do Instituto Federal do Paraná, [...] viemos, por meio deste documento solicitar uma revisão nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio no artigo 35-A no que tange as áreas do conhecimento para incluir Arte coma a V área:	Petição - Instituto Federal do Paraná - IF-PR
11	A Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação/ANPEd e a Associação Brasileira de Currículo/ABdC manifestam-se contrariamente ao documento orientador de políticas para Educação Básica/Ensino Médio apresentado pela SEB/MEC a esse egrégio conselho como Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio.	Ofício Conjunto ANPEd 032-2018 ANPEd ABdC contraBNCC-EM
12	Políticas estaduais de oferta concomitante de matrícula em tempo parcial e integral no ensino médio, nos estados pesquisados, tendem a ampliar as desigualdades.	CENPEC - Fundação Tibe Setubal
13	BNCC e Políticas de Formação: a profissão docente e a educação básica em risco.	Anfope - Helena Costa Lopes de Freitas

Nº	CONTRIBUIÇÃO	FONTE
14	Indicamos que o componente Projeto de Vida, assim como Língua Portuguesa e Matemática, seja obrigatório nos 3 anos.	Instituto Ayrton Senna
15	Como será construído o ENEM para ficar alinhado com o Novo Ensino Médio?	Conselho Jovem Porvir
16	Este documento propõe uma revisita às competências e habilidades definidas pela atual versão da BNCC do ensino médio, com o intuito de elucidar e fortalecer os campos das tecnologias digitais de informação e comunicação e das ciências da computação.	Centro de Inovação para a Educação Brasileira - CIEB
17	Justifica-se a alteração, reincorporados os trechos em destaque acima, para se evitar a possibilidade de compreensão limitada de que, caso o componente Arte seja contemplado apenas em uma das etapas da educação básica (no ensino fundamental, ou no ensino médio), já seriam cumpridas as demandas legais vigentes.	Movimento Arte na Escola
18	Verifica-se que nem sempre há referência a conceitos científicos e a habilidade poderia até ser trabalhada a partir de um ponto de vista não científico.	Movimento pela Base Nacional Comum
19	No século XXI, Computação é fundamental neste processo e é por isso que é essencial que Computação seja ensinada para todos os alunos da Educação Básica, tanto do Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio.	Sociedade Brasileira de Computação - SBC
20	Algumas avaliações menos favoráveis refletem posicionamentos genéricos contrários à BNCC e ao processo de sua elaboração e não exatamente à análise de conteúdo das competências e habilidades. Existe ainda um ponto de atenção dos atores escolares com a sua implantação, tendo em vista o atual perfil do corpo docente, a infraestrutura e os recursos disponíveis nas escolas.	Conselho Nacional de Secretários de Educação - CONSED
21	<p>i) Argumentamos fortemente pela revogação da Lei do Ensino Médio que foi proposta pelo Governo Temer (medida provisória);</p> <p>ii) Solicitamos a revisão da BNCC do Ensino Médio (foi tirada da atual discussão);</p> <p>iii) Reiteramos a necessidade de que o País mantenha as metas do Plano Nacional de Educação (PNE);</p> <p>Há duas bases em jogo: a BNCC do Ensino Fundamental I e II (aprovada sem discussão com a sociedade e os principais interessados) e a BNCC do Ensino Médio (tirada de discussão por conta da pressão em torno na BNCC do Ensino Fundamental).</p>	Sociedade Astronômica Brasileira - SAB
22	O Brasil, país de dimensões continentais, com características multiculturais e ao mesmo tempo com graves problemas de desigualdade social, ocupa as menores posições nas avaliações em âmbito nacional e internacional que medem os índices de desenvolvimento da Educação, a exemplo do <i>Programme for International Student Assessment</i> (PISA/OCDE) e do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). [...] é imperativo que seja possibilitada a participação do conjunto de profissionais da Educação nas discussões da BNCC, para que os mesmos possam incorporar o espírito de	Conselho Federal de Educação Física - CONFED

Nº	CONTRIBUIÇÃO	FONTE
	protagonismo, legitimando esse importante processo de construção coletiva.	

**Fonte:** <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=70301>.

Do exposto, podemos constatar que as reivindicações perpassam desde pedido de vista mais atenciosas à determinadas componentes curriculares, mais respeito ao regionalismo, a um texto com mais clareza e que não seja mal escrito, que não possua características excludentes, que apresenta um conteúdo totalmente ao contrário do exposto em propagandas oficiais, dentre outras.

Daí pra frente as manifestações se configuram em expressão de inteiro repúdio a respeito da Reforma do Ensino Médio e às alterações na Base Nacional Comum Curricular, pois é alegado que a mesma impõe mais prejuízos que benefícios à etapa escolar e que as alterações desrespeitosas à leis maiores, como alteração na LDB, apenas expõem a razão pela qual o país possui tantos problemas de desigualdade social, “ocupa as menores posições nas avaliações em âmbito nacional e internacional que medem os índices de desenvolvimento da Educação, a exemplo do [...] (PISA/OCDE) e do [...] (IDEB).”

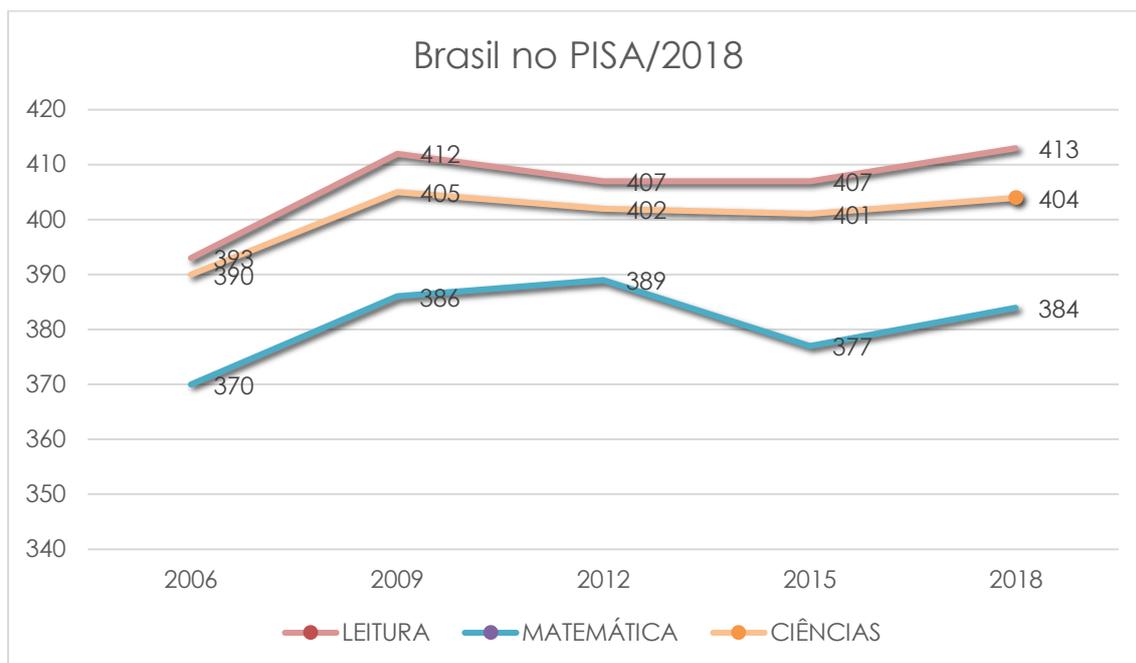
Realmente, verificando os dados fornecidos pela OCDE, em 2018, é possível verificar que o Brasil em leitura ocupa o 57º lugar, atingindo 413 pontos, seis a mais que em 2015. A média da OCDE é de 487.

Matemática apresenta o pior resultado ocupando o 70º lugar no ranking mundial. Mesmo o país subindo para 384 pontos, sete pontos a mais que o resultado anterior, em termos gerais, o nível está muito aquém do desejado.

Em ciências o país ficou em 64º lugar, com 404 pontos no indicador brasileiro. Uma leve subida de três pontos a mais que em 2015, mas que não significa um avanço expressivo. A média da OCDE é de 489.

O gráfico abaixo (Gráfico 2.1), apresenta um panorama de como ficou o resultado do Brasil no desempenho geral do PISA 2018.

**Gráfico 2.1.** – Desempenho do Brasil no PISA 2018.



**Fonte:** Próprio autor com dados da OCDE.

A Sociedade Brasileira de Física logicamente também é parte nesse debate e seu posicionamento frente à essas propostas da BNCC é o seguinte:

O Conselho da Sociedade Brasileira de Física aprovou na última terça-feira (24) o texto de uma carta a ser enviada ao Conselho Nacional de Educação (CNE), solicitando a reformulação da proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio. O documento solicita ainda a revogação da Lei nº 13.415, de 2017, que abre possibilidade para o fim da obrigatoriedade da área de Ciências da Natureza no Ensino Médio. (SBF, 2017).

O Instituto de Física da USP (IF-USP), na pessoa do Prof. Gil da Costa Marques<sup>3</sup>, também manifesta preocupação e aponta os problemas com a Base Nacional Comum Curricular que teria simplesmente a função de precarização do ensino de ciências nas escolas.

<sup>3</sup> O Prof. Gil da Costa Marques é profundo pesquisador da educação e ensino de Física. Atualmente é Prof. Titular da Universidade de São Paulo e, além de outras funções, é funcionário da Sociedade Brasileira de Física. Seu artigo intitulado **“O que é que está ruim, pode ficar muito pior”** mostra sua preocupação com o futuro da educação científica no Brasil. O artigo pode ser acessado através do endereço eletrônico <http://www.sbfisica.org.br/v1/home/images/opinioao/2018/julho/opinioao-2018-07-26.pdf> Acesso em: março de 2020.

Em 2018, a SBF volta a se manifestar tomando público que suas contribuições não foram levadas em consideração pela equipe do governo através do CNE:

A SBF vem novamente à público para externar sua preocupação com a estrutura proposta para a Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC-EM), repetindo e reforçando algumas das críticas já apresentadas anteriormente, como pode ser observado nas publicações anteriores deste Boletim. Nesta data (29/11/18), a sociedade recebeu a última versão do Conselho Nacional de Educação (CNE) para a BNCC-EM, que deve seguir para aprovação. Constatamos, com bastante preocupação, que não houve revisão dos itens principais apontados em nota encaminhada por nossa sociedade ao CNE, publicada em nosso Boletim em 26/julho deste ano. (SBF, 2018).

De um ponto de vista geral, o que foi observado é que, à medida em que as representações da sociedade debatiam os novos padrões curriculares já previstos na Constituição Federal (1988), em seu Artigo 210 e, na LDB (1996), o governo se antecipa a esse debate e surpreende com um documento “pronto”, mesmo que o próprio não contemple em seu texto tantos pontos importantes, como a título de exemplo, a previsão periódica de sua revisão para adequações, assim como periódico se tornou a ingerência do governo nas questões de interesse da coletividade.

Fato é que o documento foi aprovado e está em vigor.

Agora, resta apropriar-se do mesmo, e verificar como esses novos padrões conduzirão às melhorias na instrução dos jovens da educação básica nas escolas em todo o Brasil. Muito além das diretrizes, é preciso conhecer quais visões são propostas para interpretação do mundo, suas linhas filosóficas, quais teorias de aprendizagem alicerçam sua estrutura, quais competências e habilidades são elencadas a ponto de sustentar uma aprendizagem significativa.

Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da

vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (BRASIL. BNCC, 2016).

A Reforma do Ensino Médio tal como foi proposta é recebida, por vários seguimentos da sociedade, como a institucionalização da segregação escolar. O próprio site do governo inicia dizendo que “o Ensino Médio é o gargalo da educação.”

### **2.3 A Teoria da Aprendizagem e o Ensino de Física**

Tomando como ponto de partida o que está exposto na própria BNCC de que “competência é definida como a mobilização de conhecimentos”, que também chama essa mobilização de “conceitos e procedimentos” e, ao mesmo tempo define habilidades como sendo “práticas, cognitivas e socioemocionais,” é mister que alguns conceitos sejam apreciados, inclusive, de maneira epistemológica.

Antes mesmo de ser formulado o que tomamos ciência hoje por cognitivismo, buscava-se compreender por quais vertentes do campo da psicologia os teóricos da época estavam interessados. De maneira geral, o enfoque do pensamento era de conhecer o que acontece dentro de uma pessoa, nas estruturas e processos internos que fundamentam as formas de comportamento observadas.

Nesse cenário, surge John B. Watson<sup>4</sup> (1878-1958), que defendia , respeitado defensor da ideia de que esses processos e conflitos mentais seriam inconscientes. Para ele os arquétipos descritos com esse comportamento se davam a partir de reflexos a estímulos táteis e assim deveriam ser estudados, de uma forma visível e não emotiva. O que fosse relacionado a pensamentos e emoções não deveriam ser estudados pela psicologia. A abordagem de Watson, em 1913, sobre a forma tal como se dá a aprendizagem, foi chamada de Behaviorismo Metodológico. Em sua concepção, o comportamento é uma reação,

---

<sup>4</sup> “Behaviorista metodológico clássico, não nega a existência da mente, mas nega-lhe status científico ao afirmar que não podemos estudá-la pela sua inacessibilidade” (Matos, 1997, p. 65).

um reflexo, ou uma ação a qual não conseguimos evitar tais como, salivação, bocejo, espirro etc. Basta apenas algo que sirva de estímulo, como exemplo, um alimento que produz em nós salivação. Então, o estímulo seria o alimento e a resposta seria a salivação. Entretanto, sua abordagem afirmava que em tudo que se conhece como comportamento se limitaria a respostas aos estímulos e o homem seria desprovido de sentimentos e sensações.

Esse, que era o principal método de introspecção, começou a suscitar cada vez mais dúvidas e a revelar a sua inaplicabilidade à completude da compreensão aos processos da aprendizagem. Em linhas gerais, não era possível conceber a ideia de que toda aprendizagem se dava por um processo mecânico de respostas ao estímulo.

É claro que esse postulado apresenta seus méritos. Contudo, os teóricos reconheceram que o comportamento é o resultado de interações bem mais complexas entre traços de personalidade e situações. É a partir daí que se enquadra o trabalho de Skinner que é a evidência mais convincente de que as influências ambientais determinam nosso comportamento. Ao contrário de Watson, Skinner argumentou que quase inteiramente o comportamento está diretamente relacionado à possibilidade de reforço do ambiente, ou seja, não através de estímulos mecânicos, mas de interações que envolvem reações como o sorriso, o olhar etc. provocadas nos indivíduos promovendo relações dialógicas em consequência de ponderações intrínsecas da personalidade.

Em sua opinião, para explicar o comportamento e assim compreender implicitamente a personalidade, precisamos apenas analisar a relação funcional entre a ação visível e as consequências visíveis. O trabalho de Skinner serviu como base para uma ciência comportamental sem paralelo na história da psicologia, que foi base para o chamado Behaviorismo Radical, (1945). O behaviorismo radical de Skinner é claramente diferente das teorias de aprendizagem social. As reações dos indivíduos são chamadas por ele de Comportamento

Operante indissociáveis do estudo do pensamento e das emoções e de outros fenômenos que não podemos enxergar.

Skinner é um dos psicólogos mais conceituados da educação até os dias atuais pois, trazendo sua abordagem para o âmbito escolar, considera que os alunos aprendem melhor ao passo que percebem progresso nos estudos, ou seja, a sensação de sucesso é estimuladora a ponto de fazê-lo avançar e alcançar patamares cada vez maiores não se limitando à reações mecânicas, como a visão de Watson e seu behaviorismo metodológico.

Esse entendimento da personalidade era a compreensão própria de Skinner, entretanto, os teóricos queriam aprofundar ainda mais os estudos não acerca dos estímulos ou das reações de comportamento, mas de como se dá o raciocínio mediante à aprendizagem objetivando a aplicação desses conhecimentos à realidade escolar, visto que o principal contexto vivido era dos anos subsequentes à Segunda Guerra Mundial onde os norte-americanos haviam sido surpreendidos pelo programa soviético que produzira a primeira série de satélites artificiais implantada em 1957 com o lançamento do *Sputnik*, qual a contrapartida norte-americana, através do PSSC, foi inaugurar uma série de conferências nas áreas de Matemática e Ciências com várias autoridades na área do ensino buscando eliminar a sensação de desvantagem no conhecimento dessas áreas e na corrida espacial.

Entre essas autoridades estava presente um importante educador estadunidense, Jerome Seymour Bruner (1915-2016), psicólogo de descendência polonesa, que através dessas conferências e outras atividades de pesquisa na educação, ampliou o estudo do behaviorismo com a introdução da análise do que ocorreria com o processamento das informações recebidas pelo indivíduo para então, esboçar as reações proporcionais a esse processamento. Bruner então, passa a chamar esse processamento de pensamento cognitivo e veio a ser considerado o introdutor dessa teoria de aprendizagem largamente difundida alcançando seu apogeu na década de 1960.

A pesquisa de Bruner no campo da psicologia dos processos cognitivos é especialmente interessante e significativa no âmbito educacional. A ênfase é constantemente colocada no fato de que o aluno, ao estudar uma determinada matéria, deve receber alguns conhecimentos, que aqui na nossa BNCC é chamado de “conceitos e procedimentos” e habilidades iniciais gerais que lhe permitam fazer uma transferência ainda mais ampla, para além desses conhecimentos adquiridos diretamente, pois esses conhecimentos adquiridos são processados, memorizados e ampliados ou modificados mediante novas informações. Ou seja, ao descrever o processo de domínio do assunto, Bruner destaca três processos que, em sua opinião, ocorrem quase simultaneamente. Primeiro, o indivíduo passa pela obtenção de novas informações. Em seguida, passa pela transformação do conhecimento existente. E, por fim, a expansão desses conhecimentos, que resulta na adaptação para solução de novos problemas.

Finalmente, Bruner explorou como a dinâmica da personalidade molda a percepção das pessoas sobre o mundo e como elas resolvem problemas complexos.

Esse arcabouço da compreensão de como se dá a aprendizagem é bem semelhante ao que observamos na estrutura da BNCC quanto à disposição dos conteúdos. Muitos temas são abordados em anos iniciais e retomados nos anos subsequentes, embora isso não ocorra com todos os temas, além de o que nela estar posto fica muito aquém da teoria e não representa, de forma harmoniosa a prática e o discurso.

Bruner acreditava que mesmo o mais complexo tema poderia ser compreendido por crianças muito pequenas se fosse devidamente organizado e bem apresentado. Além disso, seria melhor se a aprendizagem fosse baseada de maneira sensorial pessoal à experiência da criança.

Bruner formulou a hipótese de que a cognição humana passa por três estágios relativamente pequenos:

- brincar (aprendizagem baseada na prática);

- visualizar (aprendizagem por meio de imagens e fotos);
- simbólico (aprender por meio de palavras e números) que servem como base de informações para o desenvolvimento de um programa educacional chamado por ele de Aprendizagem em Espiral. O programa educacional em espiral é baseado na teoria do conhecimento adquirido através de repetições com ampliação da complexidade.

As principais características do programa educacional em espiral de acordo com as previsões de Bruner são:

- apresentação do tema ao aluno de maneira bastante elementar;
- revisão do tema pelo aluno várias vezes durante todo o seu estudo;
- aumento da complexidade do tópico a cada repetição;
- relação do novo aprendizado com o antigo, mas considerando o contexto dessas informações antigas.

As vantagens de um currículo em espiral então, seriam:

- a informação é repetida e lembrada cada vez que o aluno revisita o tema estudado;
- o programa educacional em espiral também permite que você faça uma transição lógica de ideias simplificadas a outras mais complexas;
- os alunos podem aplicar o conhecimento nas seções subsequentes do ensino ou Programa Educacional.

Seguindo sem perder de vista o que versa a BNCC referente às habilidades como “práticas, cognitivas e socioemocionais,” entendemos, porém, que pensar o cerne da prática como a inter-relação da emoção, motivação e cognição não se trata de um novo axioma. Entre as contribuições filosóficas do século XX, sem dúvida, uma, dentre as mais relevantes, foi o pragmatismo.

Contudo, para que não enveredemos por uma visão distorcida da relação semântica do termo “pragmatismo” aqui introduzido, necessitamos imergir um pouco em sua compreensão epistêmica.

Em muitas das vezes em que ouvimos a palavra “pragmatismo”, seja na política, nos negócios, na escola, enfim, no nosso cotidiano, o termo está associado a uma qualidade da pessoa humana, que tende a realizar uma ação, geralmente para ter um benefício, de uma maneira rápida ou prática. Considerando os caminhos para se ter um resultado agradável ou desagradável, prejudicial ou útil, o pragmático é entendido com uma pessoa fria, que deixa de lado as emoções e age mais pela razão.

Antes, porém, reforçamos que o pragmatismo pode até ser um novo corpo na plêiade de termos filosóficos, mas não é um novo axioma, pois já era objeto de pensamento desde a Grécia Antiga, e sim, trata-se de uma das características inerentes ao ser humano. Sócrates, Aristóteles e outros precursores da filosofia da ciência, deixaram suas ideias valiosas sobre o assunto, propondo argumentos sobre quais os efeitos do pragmatismo se integram nas ações de uma pessoa.

Na filosofia moderna, historicamente, os EUA se apresentam como um dos países mais pragmáticos do mundo. Dentre os filósofos pragmáticos americanos, Charles Sanders Peirce (1839-1914), um dos mais famosos dentre eles, explicou o conceito de pragmatismo como sendo uma ação tal com um objeto que permite obter um resultado prático, “[...]boa parte dos artigos de 1868 era dedicada ao estudo das três formas de raciocinar ou argumentar que Peirce considerava básicas, quais sejam, a dedução, a indução e a hipótese (Rodrigues, 2017)”. Essa compreensão do pragmatismo ficou conhecida na história como o “Princípio de Peirce”. Outros filósofos norte-americanos acompanharam Peirce nessa compreensão. William James (1842-1910), chegou até a criar um termo próprio, chamado de “empirismo radical” .

No estudo dos processos de compreensão de mundo, ele se interessava pelos fatos. Peirce rejeitava as ideias abstratas que não podiam ser confirmadas pela experiência. Mas, é somente John Dewey (1859-1952), que consegue explicar a separabilidade coloquial e epistêmica do termo pragmatismo. Primeiro ele destaca a necessidade

de uma resignificação na visão de mundo pois a estagnação na forma de pensar é algo danoso a uma sociedade que não para de mudar:

“...o mundo em que até os homens mais inteligentes dos tempos idos julgavam viver, era um mundo fixo, um domínio onde qualquer mudança somente se processava dentro de limites imutáveis de inação e permanência, um mundo onde a fixidez e a imobilidade... era superior, mais importante em qualidade e autoridade, do que o movimento e a mudança.” (Dewey, 1959b, p. 82)

De maneira subsequente, Dewey defende que o pragmático é um termo mais amplo do que meramente ser prático ou sucinto. O termo está entrelaçado na ideia de dinamismo, ou seja, de algo que acompanha a evolução quotidiana e, assim sendo, está em constante mutação:

O empirismo imediato postula que as coisas – qualquer coisa, cada coisa, no uso comum e não técnico do termo “coisa” – são o que elas são enquanto experienciadas. Daí, caso se deseja descrever qualquer coisa fielmente, sua tarefa é dizer o que ela é enquanto experienciada. (DEWEY, 1998a, p. 115)

Peirce e James partiram de princípios filosóficos bem conhecidos, definindo o significado de pragmatismo por meio da atividade do sujeito e da percepção pessoal do mundo, no sentido de ser nato do ser humano, querer resolver as coisas de forma imediata.

Para Dewey, essas são construções simplistas de uma concepção especulativas que nada têm a ver com uma simples atividade prática.

Ao mesmo tempo, Porphírio (1999) afirma que a compreensão epistêmica do pragmatismo não se limita apenas ao estudo das atividades práticas das pessoas, mas forma um sistema de visões bastante claro e harmonioso sobre quase todos os aspectos dos saberes adquiridos e de como tratar esse conhecimento em favor coletivo:

Para o pragmatismo o meio físico e social é feito de situações incompletas ou não resolvidas, que precisam se completar. O agente que resolve estas situações, é o homem, o ser humano. As mudanças acontecem, então,

através de uma dialética entre a ação humana e as situações que solicitam soluções. Estas mudanças resultam, a todo momento, em situações novas e problemáticas que o homem busca novamente resolver. Este movimento de mudanças físicas e sociais não acaba nunca e marca a evolução do mundo à custa da ação do homem. Esse ciclo de mudanças é a fonte de novas ideias para o ser humano, que as transformam em ações práticas, buscando, inclusive, melhorias, não apenas para ele, mas também para seus semelhantes. (Porphírio, 1999, p.13).

Em termos gerais, o pragmatismo se alicerça no silogismo dessas diferentes correntes filosóficas defendendo a tese de que cada pessoa tem sua própria concepção da realidade e que a própria realidade tem muitas formas, pois cada pessoa, respeitando-se sua liberdade de consciência, sem subversão da sua criatividade, cria uma imagem pluralista do mundo.

É a opinião subjetiva do sujeito que determina a ideia do que é verdadeiro e do que seja falso e, confirma essa verdade ou a falseabilidade através do sucesso ou do fracasso das ações práticas de uma pessoa, sobretudo dos jovens que estão em fase de construção de sua experiência. Para Dewey (1902), esse cuidado em direcionar as vivências é imprescindível para a construção de uma sociedade com um futuro mais promissor: “Dirigindo as atividades de seus membros mais novos e determinando-lhes, por esse modo, o futuro, a sociedade determina o seu próprio.”

A condição para que algo seja considerado como uma verdade que pode ser aceita, engloba as orientações daquilo que nos conduz da melhor maneira ao sucesso, que melhor se adapta a qualquer estágio da nossa vida e nos permite condensar melhor todo o conglomerado de nossa experiência.

A verdade, Dewey sustenta, é o que ajuda a conceber sua nova experiência ao conjunto dos antigos saberes adquiridos. Nesses termos, os pragmáticos defendem que a verdade é o que melhor funciona no processo da aprendizagem. O cerne da filosofia ou teoria da

aprendizagem, segundo a visão de Dewey, está na epistemologia não do termo em si mesmo, mas do processo. O início da cognição é sempre imerso à grandes obstáculos para a realização de uma atividade e a metodologia filosófica deve estar condicionada a garantir a verdade no processo para o sucesso das ações humanas. É por esta razão que cada indivíduo necessita não de um único, mas do silogismo dessas concepções de mundo, não descartando-as por completo, como erroneamente fazem alguns teóricos contemporâneos, mas considerando suas verdades, ou seja, o chamado 'estado de crença', incorporando-as como ferramentas que contribuem para a eficácia da tomada de ação e, subsequentemente, promovendo o sucesso de cada indivíduo.

## **2.4 A Importância da Experimentação para o Ensino da Física**

Logo que buscamos ler quais as demandas que atualmente estão postas no tocante aos processos de ensino e aprendizagem, não apenas no Brasil, mas em muitos países do mundo, a tendência gradativa que se verifica nas ideias que tem tomado força é a de educação produtiva. Mesmo que muitos apontem essas tendências como uma mera persistência do conservadorismo, ou seja, da visão tradicional da escola, é preciso fazer uma leitura da educação como um silogismo de processos os quais nenhum tem fim em si mesmo. As abordagens alternativas que refletem novas maneiras de atingir os objetivos do processo educacional e, ao mesmo tempo, levando em consideração as ideias e conceitos correspondentes da pedagogia e da filosofia clássicas, formam a base das teorias didáticas modernas.

Afinal, a chegada da modernização em qualquer meandro social não significa apontar algo obsoleto em todas as suas possibilidades, que foram esgotadas, ou que em sua totalidade não mais contribui a qualquer que seja a fase dos processos, mas que não atende com eficácia às demandas situacionais.

Nesse contexto, damos enfoque ao fortalecimento da importância da experimentação para o ensino da Física. Dewey foi um grande incentivador dessa filosofia em práxis como forma de melhorar o processo de aprendizagem na escola. A este respeito, ele afirmava ser extremamente importante consolidar os conceitos pedagógicos compreendendo sua essência sob a influência de ações práticas, não pela prática em si mesma, mas pela confirmação da verdade, ou do 'estado de crença', existente em cada conceito.

Sobre Dewey e sua visão do pragmatismo Porphírio (1999) afirma:

John Dewey é um filósofo americano de significativa importância na história da Educação e na crônica da evolução do pensamento contemporâneo. Seu trabalho caracteriza-se pelo instrumentalismo pragmático – o “aprender fazendo” – e os seus conceitos éticos e políticos. (Porphírio, 1999, p.9).

Se o objetivo mais protuberante da educação moderna é a formação de um estudante com personalidade, pensamento crítico e liberdade de iniciativa, almejando melhorar suas condições de vida, então, em seu conteúdo, se sobrepõe a necessidade do estreitamento entre as conjecturas e a práxis.

Para se ter uma projeção dessa necessidade, observemos o que acontece com as aulas de Física através da seguinte provocação: quem, sendo professor de Física, nunca se deparou com a necessidade de esboçar alguma ilustração, para alguns, até mesmo quase que pedindo desculpas pela falta de rigor nos detalhes, objetivando primordialmente retirar o conceito do inteiro campo da abstração para transformá-lo em algo mais palpável à compreensão de seus discentes?

A narrativa gráfica é um eficiente meio de comunicação social e por ser uma forma de linguagem universal, está na essência do ser. Trata-se também de algo ainda mais antigo de que podemos imaginar pois, nossos antepassados já dominavam essa técnica antes mesmo do surgimento da escrita em achados do período da pré-história.

Admitindo que, para a ilustração, esse foi o nascedouro de uma arte que hoje é amplamente respeitada, vamos a mais uma provocação: que outra maneira de abordagem seria mais eficaz que o uso de gravuras para explicar como se dão determinados fenômenos?

A herança pedagógica de Dewey inclui mais do que a simples observação, principalmente na modernidade do mundo digital em que vivemos, nós e nossos estudantes imersos no imediatismo que tem mutilado a construção dos saberes em bases mais sólidas, precisamos, não retroceder, mas como disse Dewey (1902), "O homem distingue-se de animais inferiores por ser capaz de reter as experiências passadas."

Posteriormente, o pragmatismo de Dewey ganha corpo e se estende por diversos países pelo mundo e, aqui no Brasil, é introduzido por Anísio Teixeira, importante educador brasileiro que realizou grandes feitos na educação do estado da Bahia e em outros cargos de ampla expressão em nível nacional, mas que em 1927, deixa o Brasil e viaja até os EUA para fazer seus estudos de mestrado e tem John Dewey como seu orientador:

Após ter implementado várias reformas educacionais em seu estado natal, privilegiando a formação de professores, demitiu-se e ingressou na Universidade de Colúmbia, em Nova York. Ali, realizou estudos de mestrado e foi aluno de John Dewey, filósofo que foi preponderante em seu pensamento e ação. (Brasil, Inep 80 Anos).

Ao se deparar com o pragmatismo de Dewey, Anísio Teixeira firma em suas concepções e segue para o Brasil objetivando implementar tudo o que reuniu de aprendizagem a qualquer oportunidade que lhe fosse concedida para alcançar professores com novos padrões educacionais e alunos resultando em uma virada de crescimento da sociedade.

De volta ao Brasil, se instalou no Rio de Janeiro em 1931, onde foi Diretor da Instrução Pública e em seguida Secretário de Educação e Cultura do Distrito Federal. Nesse período, conduziu importantes reformas educacionais que o projetaram nacionalmente, como a integração da "Rede Municipal de Educação", do fundamental à universidade, e a criação da Universidade do Distrito Federal. Foi signatário do Manifesto dos Pioneiros

da Escola Nova e teve participação ativa na Associação Brasileira de Educação. (Brasil, Inep 80 Anos).

Nesse contexto, a retomada da leitura de Dewey e o avanço a partir de suas concepções, uma vez que suas ideias sobre a formação da personalidade por intermédio da compreensão criativa; do protagonismo socio juvenil; do princípio da relação entre teoria e prática; de sua independência cognitiva a partir do desenvolvimento do pensamento crítico e do papel da atividade manual no processo da aprendizagem, resistiram com louvor, ao teste do tempo e se encaixaram facilmente no contexto dos processos de modernismo e, visto que sua visão do pragmatismo não é contemplativa, como em geral é a grega, mas de intervenção e da inclusão que somente ressaltam a relevância do estudo sistemático através de experimentos como ferramentas didáticas que elevam o conceito de ensino a outros níveis de aprendizagem.

## **2.5 Diretrizes Que Perpassam Esse Trabalho.**

Conforme descrito, este projeto de mestrado tem como objetivo o problema inicialmente empírico de como os recursos de aprendizagem são desenvolvidos e influenciam nos processos de ensino e aprendizagem e como esse empirismo se torna base para as teorias de aprendizagem. Nessa perspectiva, após verificar outras obras correlativas, sobretudo Rosa (2013), é possível classificar esse trabalho como **Pesquisa Empírica Experimental Qualitativa**. Em seu trabalho de 2013, desenvolvido para a *Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS* – intitulado: **Uma Introdução A Pesquisa Qualitativa Em Ensino de Ciências**, Rosa explica que:

Uma pesquisa é dita **empírica** quando busca na realidade observável os registros sobre os quais tecerá sua análise. Assim, por exemplo, a Observação Participante e a pesquisa de natureza fenomenológica são empíricas. Dizemos que a pesquisa é **empírica experimental** se houver intervenção de qualquer tipo, com a intencionalidade de modificar de forma controlada certas condições do meio no qual a pesquisa está sendo

realizada e observar o resultado dessa intervenção. O caráter **experimental** da pesquisa vem da característica de intervenção na realidade que se quer estudar e da intenção do pesquisador de controlar as variáveis que regem o fenômeno sob análise.

O problema empírico nesse trabalho é traduzido de forma gradativa através do pragmatismo de Dewey sendo essa a diretriz primária objeto dessa dissertação. Então, é possível observar um delineamento no escopo dessa dissertação, primeiro com tratamento teórico do problema empírico e então, após os quais é tratada a parte prática e dados alguns pareceres sobre o todo. Daí, a conotação do estudo como *empírico experimental qualitativo*, sob a ótica das contribuições de Rosa (2013).

O pragmatismo de Dewey vem como a completude de todo esse entendimento sobre as teorias da aprendizagem, pelo menos até esse ponto. No primeiro capítulo é apresentada a construção do pensamento acerca do pragmatismo, sua presença na BNCC e implicações na estrutura do currículo escolar. Esse pragmatismo é tratado em três níveis, decorrentes do aparato teórico conceitual da dissertação e são expressos em diferentes níveis de abstração, mas que se alinham com as ferramentas relacionadas com a prática. Enquanto a parte I trata do nascedouro da Física como disciplina curricular e suas contribuições para o avanço da Ciência no Brasil, a Parte II trata da questão do pragmatismo e sua contribuição no que se entende por paradigma educacional. Coletivamente, as partes estabelecem os pré-requisitos para o desenvolvimento de recursos de aprendizagem com base em uma teoria de aprendizagem sociocultural e, portanto, aportam a parte III constituída através da conexão entre teoria e prática e a importância dessa experimentação para o ensino da Física.

O ponto de partida para o Capítulo 2 é a questão de como o homem aprende. De acordo com a abordagem teórica da dissertação, aprendizagem é entendida como a aquisição e desenvolvimento de uma prática sociocultural. O capítulo desenvolve o conceito de

mediação reflexiva, que descreve como um indivíduo adquire uma prática sociocultural e reflete sobre ela.

O aporte teórico específico da Física constitui o capítulo 3, no qual conceitos e princípios são apresentados como ambientação para a questão da prática, através da aplicação do Produto Educacional, abordado no capítulo 4. Esse capítulo, forma a base para o desenvolvimento do capítulo 5, onde os processos desse recurso de aprendizagem oferecem suporte à mediação reflexiva que, finalmente, configura uma tipologia de trabalho para processos de aprendizagem significativa, sendo essa a parte final desse trabalho.

### **3 Dispositivos Elétricos e Eletrônicos**

No meio popular, no âmbito do ensino médio, e muitas vezes em nível acadêmico, os termos "elétrico" e "eletrônico" costumam ser confundidos. Talvez devido à falta de compreensão das sutis, mas significativas, dessemelhanças entre os dois, entender as suas disparidades é importante não apenas porque os dois termos têm significados diferentes, em se tratando de estrutura, mas também por causa da tendência de abstrair a compreensão das especificidades em seus princípios operacionais.

Dispositivos elétricos convertem a energia de uma corrente elétrica, o fluxo de elétrons em um dado condutor, e a transformam de maneiras simples em alguma outra forma de energia, que pode ser luminosa, térmica ou cinética. Um dispositivo elétrico é aquele que faz uso de energia elétrica diretamente para realizar uma tarefa.

Contudo, os dispositivos eletrônicos possuem a capacidade de realizar muito mais. Em vez de simplesmente converter energia elétrica em luz, calor ou movimento, esses dispositivos são projetados para manipulação da corrente elétrica de maneiras que adicionam informações significativas à corrente.

**Figura 3.1** – Resistor | Dispositivo elétrico.



**Fonte:** Próprio autor.

Eletrônica se refere à tecnologia que funciona controlando o movimento dos elétrons de maneiras que vão além das propriedades eletrodinâmicas, como voltagem e corrente.

Normalmente, se algo usa eletricidade apenas como energia, trata-se de um dispositivo elétrico (geralmente um resistor, um capacitor, bateria, lâmpada, indutor etc.). Se ele usa eletricidade como meio de manipular informações, é quase certo que se trata de um dispositivo eletrônico, ou semicondutor (diodo, transistor, circuito integrado etc.).

**Figura 3.2** – Circuito integrado [CI] | Dispositivo eletrônico



**Fonte:** Próprio autor.

Dispositivos elétricos e eletrônicos se enquadram em categorias diferentes, porém sobrepostas, mas, em resumo, todos os dispositivos eletrônicos também são dispositivos elétricos, este é um subconjunto.

### 3.1 Resistores elétricos

A função do resistor no circuito elétrico pode ter das mais variadas aplicações: limitação de corrente, divisão de tensão, dissipação de energia, limitação do tempo de carga ou descarga de um capacitor, como veremos mais adiante, no circuito RC etc. De uma forma ou de outra, cada uma dessas funções de resistor é viável devido à propriedade principal do resistor - sua resistência ativa.

**Figura 3.3** – Resistor elétrico | 10 K $\Omega$  5%.



**Fonte:** Próprio autor.

A própria palavra "resistor" já é, em suma, a leitura de sua aplicação e, dessa forma, em circuitos elétricos, poderá ser de valor fixo ou variável.

Desse ponto, observemos, em síntese, algumas características consideradas principais nos resistores, que são de uma forma ou de outra encontrados em dispositivos elétricos ou eletrônicos.

### 3.1.1 Unidade de Medida

O principal parâmetro do resistor é a resistência ôhmica, o que caracteriza sua capacidade de impedir, ou pelo menos dificultar, o fluxo de corrente eletrônica. Sua unidade de medida padrão no SI (Sistema Internacional de Unidades) é o Ohm, em homenagem a Georg Simon Ohm, físico alemão que dedicou parte de sua vida nos estudos dessa área, representada pela letra ômega do alfabeto grego ( $\Omega$ ).

A resistência elétrica também apresenta seus múltiplos e submúltiplos na escala métrica, quilo-ohms (mil ohms) e mega-ohms (1.000.000 ohms) etc. conforme a tabela 3.1.

**Tabela 3.1** – Escala métrica de múltiplos e submúltiplos para V (tensão), I (corrente), R (resistência) e P (potência).

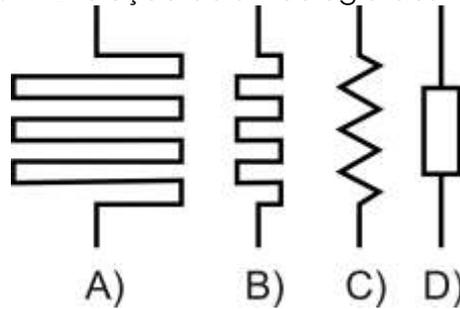
Múltiplos		Unidade fundamental V [volt]   A [Ampère]   $\Omega$ [Ohm]   W [Watt]	Submúltiplos	
M – Mega	K – Quilo			m [Mili]
$\times 10^6$	$\times 10^3$	$\times 10^0$	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-6}$

Fonte: Próprio autor.

### 3.1.2 Simbologia

Inicialmente, os resistores eram representados nos diagramas na forma de uma linha quebrada - um meandro (Fig. 3.4 A e B), que denotava um fio de alta resistência enrolado em uma moldura isolante. À medida que a complexidade dos dispositivos de rádio aumentava, o número de resistores neles aumentava e, para facilitar o contorno, deveriam ser representados nos diagramas na forma de uma linha recortada (Fig. 3.4, C).

**Figura 3.4** – Evolução da simbologia dos Resistores.



**Fonte:** Próprio autor.

Este símbolo foi substituído por um símbolo em forma de retângulo (Fig. 3.4, D), que passou a ser utilizado para designar qualquer resistor, independentemente de seu desenho e características.

### 3.1.3 Estrutura.

Os resistores estão entre as peças mais comuns de equipamentos eletrônicos. O principal parâmetro dos resistores é sua resistência nominal, medida em ohms ( $\Omega$ ), conforme tabela 3.1. Os valores de resistência nominal são indicados no envoltório do resistor, no entanto, o valor real pode diferir do valor nominal. Esses desvios ocorrem de acordo com os insumos, ou seja, é o tipo do material que são feitos que vai determinar a precisão entre o seu valor nominal, ou codificado, e o seu estado real de funcionamento.

**Figura 3.5** – Estrutura do Resistor filme carbono | 220 K $\Omega$  10%



**Fonte:** Próprio autor.

Esse tipo de resistor apresenta uma estrutura de conexões metálicas em aço niquelado revestidos com estanho puro e entre elas é aplicado um bastão de filme carbono sobre o qual existe uma cobertura isolante de cerâmica.

A área efetiva do filme resistivo possui um volume maior, o que proporciona alta capacidade térmica.

Ainda existem outras estruturas de resistores, como é o caso do cerâmico, figura 3.6, que é muitas vezes, formada por um fio de metal, de alta resistência (nicromo) ou revestimento de filme carbono montado sobre uma estrutura cerâmica.



O fio é enrolado em uma base dielétrica e soldado aos nós de contato ou terminais de ligação. Por cima do fio, é aplicado um revestimento isolante. O revestimento isolante é então, coberto com anéis de cores que variam formando assim, o valor codificado.

Devido às suas características de design, os resistores de fio enrolado são amplamente usados como resistores de precisão e potência. Entretanto, esses resistores possuem valores fixos e mesmo que se tente alcançar determinados valores usando o artifício das associações de resistores, nem sempre se atinge os valores almejados.

**Figura 3.7** – Resistor variável [Potenciômetro] | 10 K $\Omega$  10%



**Fonte:** Próprio autor.

Então, o conversor de frequência do referido motor é controlado para alterar a capacidade por um potenciômetro, figura 3.7, que é agregado ao sistema.

Essa é uma característica interessante de usar um potenciômetro para controlar a velocidade do motor pois, o usuário não sabe como selecionar a resistência em valor nominal.

### **3.1.4 Leitura codificada**

Além da resistência, os resistores são caracterizados por uma tensão operacional limitante, um coeficiente de resistência, coeficiente de temperatura e uma dissipação de potência nominal.

A tensão máxima de operação é a tensão máxima permitida aplicada aos terminais do resistor, na qual ele funciona de forma confiável, dizemos que é seu estado normal de funcionamento. O coeficiente de temperatura reflete a mudança relativa no valor de resistência desse componente quando a temperatura ambiente flutua em 1 ° C. Dependendo do material estrutural do qual o resistor é feito, sua resistência pode aumentar ou diminuir com o aumento da temperatura.

Sabendo que a principal característica dos resistores é sua resistência nominal, esse e outros valores de parâmetros, são indicados no corpo do resistor. Entretanto, dependendo do tipo de resistor, essas características podem ter diferentes apresentações, tais como alfanumérica ou simplesmente numérica. Entretanto, nem sempre é possível representar nominalmente todos os valores comerciais por conta das pequenas dimensões dos dispositivos e seus grandes valores de resistência. Dessa forma, faz-se necessário o uso de uma codificação que consiga atender essas demandas.

A codificação de resistores fixos pela aplicação de faixas coloridas de marcadores ao invólucro parece ser a solução ideal para identificar o valor resistivo e o desvio percentual. Existem diferentes valores de resistores de invólucro usados em circuitos elétricos (também eletrônicos) para controlar a corrente ou a tensão. Essas partes integrantes dos circuitos estão disponíveis em uma variedade de valores de resistência diferentes - de pequenas frações a milhões de ohms inteiros e podem ter

seus valores expressos em tabelas de decodificação, como é o caso da Tabela 3.2, abaixo.

**Tabela 3.2** – Código de cores de resistores

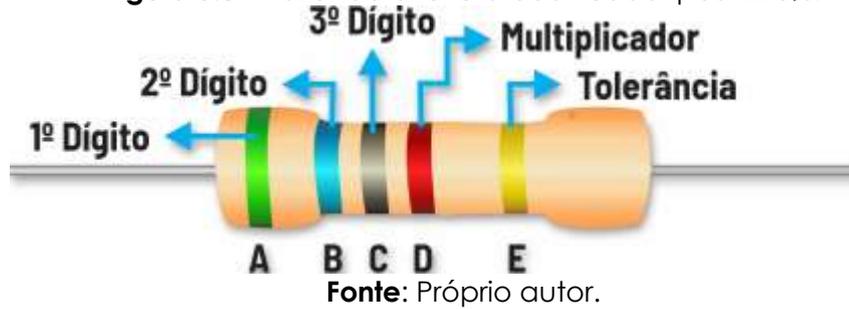
COR	1º Dígito	2º Dígito	3º Dígito	MULTIPLICADOR	TOLERÂNCIA
Preto	0	0	0	$\times 10^0 \Omega$	N/A
Marrom	1	1	1	$\times 10^1 \Omega$	$\pm 1\%$
Vermelho	2	2	2	$\times 10^2 \Omega$	$\pm 2\%$
Laranja	3	3	3	$\times 10^3 \Omega$	N/A
Amarelo	4	4	4	$\times 10^4 \Omega$	N/A
Verde	5	5	5	$\times 10^5 \Omega$	$\pm 0,50\%$
Azul	6	6	6	$\times 10^6 \Omega$	$\pm 0,25\%$
Violeta	7	7	7	$\times 10^7 \Omega$	$\pm 0,10\%$
Cinza	8	8	8	$\times 10^8 \Omega$	$\pm 0,05\%$
Branco	9	9	9	$\times 10^9 \Omega$	N/A
Ouro	N/A	N/A	N/A	$\times 10^{-1} \Omega$	$\pm 5\%$
Prata	N/A	N/A	N/A	$\times 10^{-2} \Omega$	$\pm 10\%$

**Fonte:** Próprio autor com dados extraídos da calculadora de código de cores do sítio: [searchingtabs.com](http://searchingtabs.com)

Como já exposto, os valores de resistência nominal são indicados no corpo do resistor, no entanto, o valor real da resistência pode diferir do valor nominal. Esses desvios são definidos pelo padrão de acordo com a classe de precisão, que determina a magnitude do erro que pode variar numa taxa entre  $\pm 0,05\%$  a  $\pm 10\%$ .

Sendo assim, a leitura codificada de um resistor passa a seguir alguns critérios relativamente simples, pois baseia-se na quantidade de anéis presentes no corpo do resistor e em sua variação de cores. Logo, os resistores podem apresentar 3, 4, 5 ou até 6 anéis. Os anéis coloridos são usados para denotar a resistência, tolerância e o coeficiente de temperatura de trabalho aos quais foram projetados.

**Figura 3.8** – Fazendo a leitura codificada | 56KΩ 5%.



Fonte: Próprio autor.

Para uma leitura correta dos códigos impressos no corpo do resistor, é importante observar que existem anéis mais próximos e um mais afastado, sendo esse referente à taxa de tolerância. A decodificação sempre ocorrerá iniciando pelos anéis mais próximos seguindo os critérios:

- 1 – É sempre indicado que a leitura seja feita da esquerda para direita;
- 2 – O primeiro anel jamais será dourado ou prata, pois essas cores sempre representarão a taxa de tolerância;
- 3 – Os dois, três ou mais primeiros anéis corresponderão, respectivamente, aos dígitos formadores do valor nominal da resistência;
- 4 – O dígito seguinte será o número multiplicador. Esse número é composto de uma potência de base 10 com expoente de igual valor ao representado na tabela.
- 5 – O último anel geralmente ficará um pouco mais afastado dos primeiros. Isso facilita o sentido correto a ser tomado para realização da leitura além de ele indicar qual a taxa de tolerância (para mais ou para menos) aceitável ao estado normal de funcionamento do resistor.

Assim, podemos tomar o seguinte algoritmo para a montagem do valor nominal de resistência, adotando as letras A, B, C, D, e E, que representam os anéis ilustrado na fig. 3.8:

- A: 1ª faixa - 1º dígito significativo (verde vale 5 na tabela)
- B: 2ª faixa - 2º dígito significativo (azul vale 6 na tabela)
- C: 3ª faixa - 3º dígito significativo (preto vale 0 na tabela)
- D: 4ª faixa – multiplicador – potência de base 10 com expoente (vermelho vale 2 na tabela)
- E: 5ª faixa – taxa de tolerância (determina o percentual de erro)

Então, teremos:

$$ABC \times D \pm E \%$$

$$560 \times 10^2 \pm 5\% = 560 \cdot 100 \pm 5\% = 56K\Omega \pm 5\%$$

É possível ocorrer casos em que se use os chamados Resistores de zero-ohm. Esses resistores são representados pelo seu único anel na cor preta. Entretanto, para esses casos é comumente usado um fio de jumper mais comum para essa finalidade.

Na figura 3.9, após executada a decodificação, a leitura nominal de resistência será:

**Figura 3.9** – Resistor elétrico | 10KΩ 5%.



**Fonte:** Próprio autor.

A: 1º anel - 1º dígito significativo (marrom vale 1 na tabela)

B: 2º anel - 2º dígito significativo (preto vale 0 na tabela)

C: 3º anel - multiplicador – potência de base 10 com expoente (laranja vale 3 na tabela)

E: 4º anel – taxa de tolerância (ouro, vale  $\pm 5\%$  na tabela)

Então, teremos:

$$AB \times C \pm D \%$$

$$10 \times 10^3 \pm 5\% = 10 \cdot 1000 = 10K\Omega \pm 5\%$$

### 3.1.5 Resistência Ôhmica [ $\Omega$ ]

Como já vimos, o principal parâmetro de um resistor é sua resistência ôhmica, a qual tem por propriedade oferecer oposição à passagem dos elétrons de valência, chamados elétrons livres, ou seja, da corrente elétrica. O estudo dessa propriedade foi desenvolvido pelo físico alemão George Simon Ohm, por essa razão, a unidade de medida padrão para a resistência no SI (Sistema Internacional de Unidades) é o Ohm ( $\Omega$ ) e representa a razão volt/Ampère.

$$R = \frac{U}{i} \quad (3.1)$$

Onde:

**I** - Corrente no condutor, a unidade de medição da corrente é o ampere [A];

**U** - Tensão elétrica (diferença de potencial), unidade de medida de tensão - volt [V];

**R** - Resistência elétrica do condutor, unidade de resistência elétrica - ohm [ $\Omega$ ].

É necessário compreender claramente a essência da relação entre essas grandezas e saber utilizá-la corretamente na resolução de problemas práticos.

### **3.1.6 Associação**

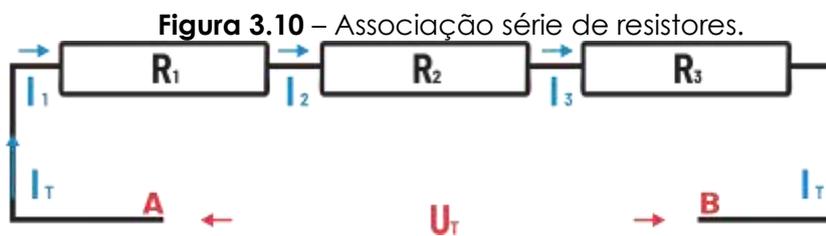
É comum encontrarmos fontes que apoiam a ideia de que o uso de resistores em associação é adotado para suprir a carência de valores específicos visto que não seria possível encontrar, comercialmente, valores que atendessem a todas as demandas. Entretanto, é extremamente necessário retomarmos a consciência de que os resistores possuem, por definição, a função de limitar corrente, dividir tensão, dissipar energia, limitar o tempo de carga ou descarga de um capacitor, dentre outras aplicações. Nesse contexto, a associação de resistores é quem melhor se aplica à essas situações, visto que um potenciômetro, por exemplo, não contempla a todas essas demandas.

Existem muitas possibilidades a serem exploradas no tocante à associação de resistores, contudo daremos um destaque especial, neste capítulo, às associações em série, paralelo e mista. Em todas essas combinações, equações que relacionam tensões, correntes e resistências, são obtidas usando essencialmente as leis de Kirchhoff para nós e malhas em circuitos elétricos.

#### **3.1.6.1 Série**

Várias regras práticas decorrem dessas regras gerais que são úteis memorizar. Em uma associação série de resistores:

- Um par de resistores sempre terá uma resistência total, ou equivalente, maior que a resistência de maior valor envolvida na associação (a regra é "maior do que o maior");
- se os resistores são iguais, a resistência total é exatamente o dobro mais do que cada uma individual;
- a resistência total, ou equivalente, será a soma das resistências parciais;
- a corrente total que atravessa os resistores será igual à corrente que atravessa individualmente cada resistor;
- a tensão total, ou equivalente, será a soma das quedas parciais de tensão em cada resistor.



Fonte: Próprio autor.

$$\begin{aligned}
 \text{Divisor de tensão: } \begin{cases} U_1 = IR_1 \\ U_2 = IR_2 \\ U_3 = IR_3 \end{cases} &\rightarrow R_T = R_1 + R_2 + R_3 & (3.2) \\
 &I_T = I_1 = I_2 = I_3 & (3.3) \\
 &U_T = U_1 + U_2 + U_3 & (3.4)
 \end{aligned}$$

- Quando os resistores são conectados em série, a voltagem cai em cada resistor, obtendo-se assim um divisor de tensão.

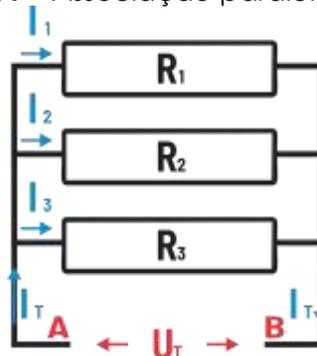
### 3.1.6.2 Paralela

Para a associação paralela de resistores deve-se adotar os seguintes parâmetros:

- Um par de resistores sempre terá uma resistência total, ou equivalente, menor que a resistência de menor valor envolvida na associação (a regra é "menor que o menor");
- se os resistores são iguais, a resistência total é exatamente a metade do que qualquer uma individual;

- a corrente total que atravessa os resistores será a soma das correntes parciais que atravessam individualmente cada ramo da associação;
- a tensão total, ou equivalente, será sempre igual às tensões em cada resistor.

**Figura 3.11** – Associação paralela de resistores.



Fonte: Próprio autor.

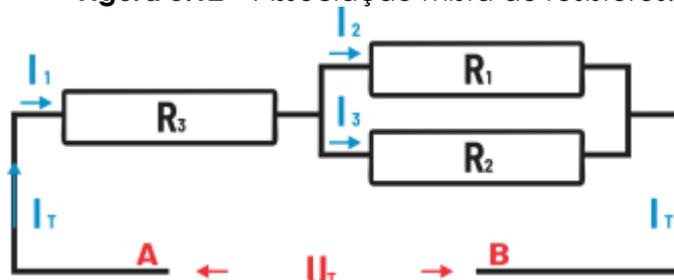
$$\text{Divisor de corrente: } \begin{cases} I_1 = \frac{U}{R_1} \\ I_2 = \frac{U}{R_2} \\ I_3 = \frac{U}{R_3} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} & (3.5) \\ I_T = I_1 + I_2 + I_3 & (3.6) \\ U_T = U_1 = U_2 = U_3 & (3.7) \end{cases}$$

- Quando os resistores são conectados em paralelo, o fluxo de elétrons percorre cada ramo da associação atravessando cada um dos resistores, obtendo-se assim um divisor de corrente.

### 3.1.6.3 Mista

Na associação mista valem todas as definições das associações série e paralela aplicadas de forma peculiar.

**Figura 3.12** – Associação mista de resistores.



Fonte: Próprio autor.

$$\text{Assoc. Mista: } \left\{ R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right\} \rightarrow R_T = R_3 + R_p \quad (3.8)$$

Conhecer essas regras ajudará a avaliar o circuito rapidamente, sem fazer exercícios de álgebra ou usar uma calculadora. Mesmo que a relação de resistência não se enquadre nos casos listados, o resultado ainda poderá ser estimado "a olho" com precisão suficiente.

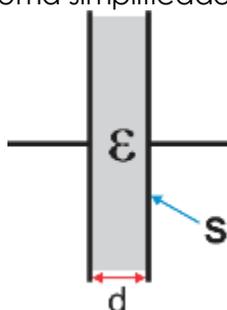
É importante observarmos que, qualquer que seja a associação efetuada, estaremos sempre interessados em obter o resistor equivalente, ou seja, obter um resistor único que, colocado entre os mesmos pontos A e B de uma associação, seja submetido a uma corrente de intensidade igual à associação.

Vale ressaltar que os valores de referência apresentados são de resistores ôhmicos, ou seja, que obedecem a regra de proporcionalidade da primeira Lei de Ohm.

### 3.2 Capacitores elétricos

Por definição, um capacitor, ou condensador elétrico, é um elemento capaz de armazenar energia elétrica. Trata-se de um dispositivo não-linear, diferente dos resistores ôhmicos, como já apresentado, e, que envolvem uma variável temporal.

**Figura 3.13** – Esquema simplificado de um capacitor.



**Fonte:** Próprio autor.

O capacitor é composto por eletrodos de metal - placas, entre as quais existe um dielétrico. Comparado com a separação entre as placas, o dielétrico tem uma espessura pequena. Isso determina a propriedade de um capacitor de acumular carga: a chamada Capacitância – determinada através da equação (3.9) (válida para um capacitor de

placas paralelas) - cargas positivas e negativas em suas placas se mantêm, interagindo através de uma fina camada não condutora.

As placas capacitivas, dependendo do tipo deste produto elétrico, podem ser feitas de várias maneiras, desde simples placas de alumínio, enroladas em um rolo com uma camada intermediária de papel, até placas quimicamente oxidadas ou uma camada dielétrica metalizada. Em qualquer caso, se existe uma camada de dielétrico e uma placa, trata-se, em princípio, de um capacitor.

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (3.9)$$

Capacitância de um capacitor de placas paralelas.

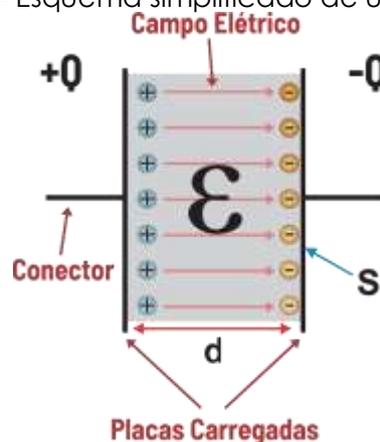
A capacitância do capacitor depende:

- da área das placas (A);
- da distância entre elas (d);
- da constante dielétrica do material entre as placas ( $\epsilon$ ).

O capacitor é projetado para armazenamento temporário da energia elétrica na forma de energia potencial de cargas elétricas positivas e negativas separadas no espaço, ou seja, na forma de um campo elétrico no espaço entre elas.

O dielétrico pode ser papel, mica, polipropileno, tântalo ou outro material isolante elétrico adequado com a constante dielétrica necessária e tendo resistência elétrica adequada.

**Figura 3.14** – Esquema simplificado de um capacitor.



**Fonte:** Próprio autor.

O princípio de funcionamento de um capacitor consiste no **carregamento** e na **capacidade de armazenamento** de energia em suas placas de certa **área** que **distam** entre si contendo um material de certa **constante dielétrica** durante um determinado **tempo**.

Essa **energia** do capacitor é igual ao **trabalho** necessário para carregar o capacitor.

O processo de carregamento de um capacitor consiste, de fato, no princípio de que a carga de uma placa é transferida para outra. Isso é exatamente o que a fonte de tensão faz quando está conectada a um capacitor. A princípio, quando o capacitor não está carregado, nenhum trabalho é necessário para transferir a primeira carga.

Mas quando já existe uma carga em cada uma das placas, para reabastecê-la, é necessário trabalhar contra as forças de repulsão elétrica. Quanto mais carga acumulada pelas placas, mais trabalho deve ser feito para aumentá-la. A energia potencial elétrica de um capacitor carregado é dada pelo trabalho necessário para carregá-lo. Para calcular o trabalho, toma-se um instante qualquer durante o processo de carregamento o qual  $q$  no capacitor será  $(0 < q < Q)$  e o potencial corresponderá a  $u$   $(0 < u < U)$ . Adotando a capacitância constante,  $q$  e  $U$  serão relacionados por:

$$U = \frac{q}{C} \Leftrightarrow \frac{q}{U} = C \quad (3.10)$$

Se houver uma diferença de potencial  $U$  nas placas, o trabalho de transferência do elemento de carga  $dq$  é igual a:

$$dW = dE = dqU \quad (3.11)$$

Já que  $U = q/C$ , onde  $C$  é a capacitância do capacitor, então o trabalho em sua carga será:

$$W = \int_0^Q dW = \frac{1}{C} \int_0^Q q dq = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \quad (3.12)$$

O mesmo trabalho será realizado pelo campo elétrico quando o capacitor for descarregado, ou seja, quando  $q$  vai de  $Q$  a zero. Então, podemos dizer que a energia armazenada, ou acumulada, pelo capacitor é igual a:

$$W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

Isso vale se as cargas das placas de um capacitor com capacidade  $C$  forem iguais a  $+Q$  e  $-Q$ , respectivamente.

Quanto menor a distância entre as placas (na verdade, a espessura da camada dielétrica), maior será a capacitância do capacitor, porque a força de interação das cargas aumenta à medida que se aproximam.

Quanto maior for a constante dielétrica do dielétrico entre as placas, maior será a capacitância do capacitor, pois maior será a intensidade do campo elétrico entre as placas.

### **3.3 Semicondutores**

Em átomos de condutores metálicos, os elétrons livres localizados nos níveis mais externos de energia (elétrons de valência) são facilmente deslocados da eletrosfera e percorrem livremente por toda a extensão dos corpos metálicos. O número de elétrons livres determina as propriedades elétricas do metal. Quanto mais elétrons livres, maior sua condutividade elétrica. Logo, os elétrons nos metais, simultaneamente, tornam-se parte em dois movimentos: térmico e direcional. Ou seja, como a temperatura é estabelecida pela intensidade de agitação térmica, a energia cinética oriunda do movimento dos elétrons nos íons da estrutura metálica aumenta com o aumento da temperatura. Em outras palavras, na proporção em que a energia cinética aumenta, também aumentam as colisões nas partículas dos portadores de carga livre com os íons contidos na estrutura metálica. Tendo em vista que essas colisões representam a causa da resistência no metal, a resistência dos corpos metálicos deve aumentar com o aumento da temperatura.

Assim sendo, os elétrons livres (chamados elétrons de condução) que existem no interior dos materiais condutores elétricos, movem-se, inicialmente, em direções aleatórias. Ou seja, se fizéssemos passar um plano imaginário de forma perpendicular pela seção transversa de um desses condutores metálicos, perceberíamos o fluxo eletrônico nos dois sentidos, embora não seja um fluxo líquido de cargas e, portanto, descartando a presença de uma corrente elétrica resultante. Contudo, ao ligarmos as extremidades do condutor a uma fonte geradora de tensão perceberíamos um fluxo de elétrons atravessando o plano em uma dada direção sob um único sentido, o que caracterizaria um fluxo líquido de cargas e, portanto, o estabelecimento de uma corrente elétrica no condutor.

A tabela abaixo, Tabela 3.3, apresenta a resistividade e a condutividade dos principais materiais condutores de acordo com seus respectivos coeficientes de temperatura.

**Tabela 3.3** – Resistividade, Condutividade e Coeficiente Térmico dos principais condutores.

**Fonte:** <https://www.electronica-pt.com/>

<b>Material</b>	<b>Resistividade <math>\rho =</math> [<math>\Omega \cdot m</math>]</b>	<b>Condutividade <math>\sigma =</math> [S/m]</b>	<b>Coef. Térmico <math>\alpha =</math> [<math>^{\circ}C^{-1}</math>]</b>
Prata	$1,58 \times 10^{-9}$	$6,25 \times 10^7$	0,00380
Cobre	$1,62 \times 10^{-8}$	$6,17 \times 10^7$	0,00382
Platina	$1,06 \times 10^{-7}$	$9,09 \times 10^6$	0,00250
Estanho	$1,15 \times 10^{-7}$	$8,60 \times 10^6$	0,00420
Ouro	$2,40 \times 10^{-8}$	$4,35 \times 10^7$	0,00340
Alumínio	$2,92 \times 10^{-8}$	$3,42 \times 10^7$	0,00390
Nicromo	$1,10 \times 10^{-6}$	$0,91 \times 10^5$	0,00013
Grafite	$1,30 \times 10^{-5}$	$0,07 \times 10^4$	0,00050
Tungstênio	$5,50 \times 10^{-8}$	$1,82 \times 10^7$	0,00410
Zinco	$5,60 \times 10^{-8}$	$1,78 \times 10^7$	0,00380
Manganina	$4,80 \times 10^{-7}$	$2,08 \times 10^6$	0
Constantan	$5,00 \times 10^{-7}$	$2,00 \times 10^6$	0,00001
Bronze	$6,70 \times 10^{-8}$	$1,49 \times 10^5$	0,00200
Latão	$6,70 \times 10^{-8}$	$1,49 \times 10^7$	0,00200
Níquel	$8,70 \times 10^{-8}$	$1,04 \times 10^7$	0,00470
Ferro	$9,60 \times 10^{-8}$	$1,02 \times 10^7$	0,00520
Mercúrio	$9,60 \times 10^{-7}$	$1,0044 \times 10^6$	0,00089

Em contrapartida ao que se confere sobre o comportamento dos condutores elétricos, com o desenvolvimento da eletrônica de estado sólido, foi possível verificar, intimamente, grandes avanços na física e na química de materiais que são elementos que se interpõem com resistividade intermediária entre os metais (condutores elétricos) e os dielétricos (materiais isolantes), esses materiais são chamados de *semicondutores*. A diferença entre condutores e semicondutores é especialmente evidente quando se analisa a dependência de sua condutividade elétrica em contraface à temperatura.

Para a série de elementos semicondutores Antimônio [<sub>51</sub>Sb], Arsênio [<sub>33</sub>As], Boro [<sub>5</sub>B], Germânio [<sub>32</sub>Ge], Silício [<sub>14</sub>Si] e Telúrio [<sub>52</sub>Te], a resistividade não aumenta com o aumento da temperatura, como nos metais (ver Tab. 3.3), mas, ao contrário, diminui acentuadamente (ver Tab. 3.4).

**Tabela 3.4** – Tabela de Resistividade dos Materiais Semicondutores.

<b>Material</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Z</b>	<b>Peso específico em g/cm<sup>3</sup></b>	<b>PF em °C</b>	<b>Resistividade em <math>\Omega</math> • mm<sup>2</sup> / m a 20°C</b>
<b>Boro</b>	B	5	2,46	2076	$1,8 \times 10^{18}$
<b>Telúrio</b>	Te	52	6,24	449	$10^{10}$
<b>Silício</b>	Si	14	2,33	1414	$64 \times 10^7$

<b>Germânio</b>	Ge	32	5,323	938	46 x 10 <sup>4</sup>
<b>Antimônio</b>	Sb	51	6,691	631	0,417
<b>Arsênio</b>	As	33	5,727	817	0,3

**Fonte:** [www.edufer.com.br/tabela-de-resistividade-dos-semicondutores](http://www.edufer.com.br/tabela-de-resistividade-dos-semicondutores)

Esse comportamento bem característico com vistas a permitir parcialmente o fluxo de elétrons em suas estruturas cristalinas variando de acordo com as condições de temperatura é que concede aos semicondutores ocupar um lugar intermediário entre os metais e os dielétricos. Em outras palavras, a resistência nos semicondutores depende inversamente do coeficiente de temperatura, ou ainda, ao contrário dos materiais condutores, com o aumento da temperatura, sua resistência diminui.

**Figura 3.15** – Dispositivo de junção NP | Diodo



**Fonte:** Próprio autor.

Além disso, diferentemente dos metais, os semicondutores, figura 3.15, alteram sensivelmente sua propriedade de condutividade mediante a presença de impurezas, mesmo que muito pequena. Essas impurezas destacam outra característica nos semicondutores que é a propriedade de ser eletricamente positivo ou negativo. Dessa forma, de acordo com a condutividade, os semicondutores são divididos como do tipo N ou do tipo P e a esse processo de inserção de impurezas químicas aos elementos semicondutores, sobretudo o germânio e o silício, dar-se o nome de dopagem. A dopagem é um procedimento adotado com a finalidade de tornar, de forma precisamente controlada, a região de valência na estrutura dos semicondutores, região de elétrons livres.

Também nos semicondutores, uma mudança perceptível é observada sob a ação da luz, radiações ionizantes e outras influências energéticas.

Semicondutores compõem o grupo mais comum de substâncias na natureza. Estes incluem, por exemplo, os elementos químicos supracitados sendo que, em geral, são aplicados na eletrônica de estado sólido não em apresentação pura, mas sob forma de compostos químicos, como é o caso das junções PNP e NPN, (Figura 3.15).

### 3.4 Dispositivos Emissores de Luz

O LED, (Dispositivo Emissor de Luz) também pertence à classe dos dispositivos semicondutores. Esse dispositivo funciona a partir do fluxo eletrônico que, quando seus terminais são atravessados por essa corrente, a energia elétrica é convertida em energia luminosa. O diodo está entre os dispositivos semicondutores mais comumente utilizados. Como dispositivo semicondutor, possui vida útil limitada devido à baixa capacidade de suportar as altas temperaturas, principal motivo de falha das lâmpadas convencionais, por exemplo.

Os diodos convencionais não emitem luz porque são acondicionados em embalagens opacas. Entretanto, os LED's são projetados utilizando materiais translúcidos com a finalidade de sua junção PN emitir luz quando uma corrente passa por ela. A frequência da luz emitida é determinada pelo tipo de material semicondutor usado para fazer o diodo.

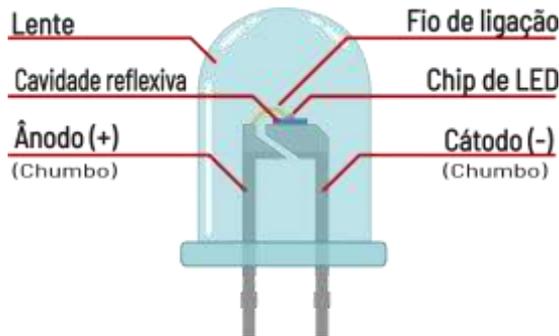
**Figura 3.16** – Diodo emissor de luz.



**Fonte:** Próprio autor.

Logo, os LED's são simplesmente diodos de junção PN que emitem luz quando a corrente flui por eles. Esta luz é visível porque os LED's são embalados em um material translúcido. O arsenieto de gálio (GaAs) emite luz na faixa do infravermelho que é invisível ao olho humano. O fosfeto de arsenieto de gálio emite luz vermelha visível. Variando o teor de fósforo, é possível obter LEDs que emitem luz de diferentes frequências.

**Figura 3.17** – Esquema estrutural do LED.



**Fonte:** Próprio autor.

A fig. 3.17 mostra a estrutura do LED. A camada do tipo P é feita de forma fina para não interferir na passagem da luz emitida pela junção PN.

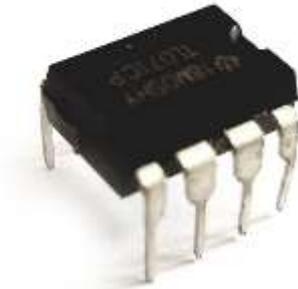
### 3.5 Amplificadores Operacionais

Um amplificador operacional (Amp-Op) é basicamente um dispositivo de Circuito Integrado amplificador eletrônico de voltagem de alto ganho que geralmente possui diferencial entre sua entrada e saída, isso falando dos modelos mais básicos, pois existem modelos de referência com mais de uma saída. Essa tensão de saída pode exceder a diferença de potencial da entrada em centenas ou até milhares de vezes.

Com suas origens na eletrônica analógica, os amplificadores operacionais possuem como base a aplicação em circuitos dependentes de frequência, circuitos lineares e não-lineares. Sendo pertencente ao grupo dos dispositivos semicondutores, também possui características limitantes no que se refere aos parâmetros de temperatura, entretanto, são elementos muito populares por sua

versatilidade e baixo custo o que caracteriza seu amplo uso em projetos de circuitos eletrônicos.

**Figura 3.18** – Amplificador operacional



**Fonte:** Próprio autor.

Obviamente, é imprescindível conhecer as especificações técnicas, ao menos de forma básica, referente à cada terminal do Amp-Op. Sendo assim, no próximo capítulo deste trabalho, daremos um tratamento mais detalhado, tanto a essas informações, quanto a uma exemplificação bem específica de uso do Amp-Op. Contudo, da mesma forma como é indispensável conhecer as especificações técnicas dos terminais do Amp-Op, também é imprescindível reafirmar da ampla aplicabilidade desse dispositivo semicondutor em circuito integrado. Dessa forma, algumas convenções são listadas a seguir, logicamente tendo-se ciência de que não se trata de um esgotamento das possibilidades de uso do Amp-Op, nem de suas aplicações:

- Não inversor

Um amplificador não inversor é provavelmente o circuito de comutação operacional mais comum. Como o próprio nome sugere, esse dispositivo não altera a fase do sinal de entrada, ou seja, em um amplificador não inversor, a tensão de entrada é aplicada à entrada não inversora e, como resultado, as tensões de entrada e saída sempre têm a mesma polaridade. Além disso, pode ser modificado para atingir quase qualquer ganho, dentro das características de design de sua construção.

Como dito, não é objetivo desse trabalho esgotar as possibilidades de uso dos Amp-Ops então, segue uma lista com algumas aplicações desse rico dispositivo;

- Somador

- Repetidor
- Integrador
- Diferencial
- Inversor (circuito clássico)
- Amplificador de Fonte de energia
- Inversor com circuito de feedback
- Inversor em circuitos de alimentação única

Os amplificadores operacionais são ferramentas poderosas em mãos habilidosas, e o número de circuitos que podem ser criados com seu auxílio, certamente, é muitas vezes maior do que o que foi considerado, porém, apesar das diferentes designações, sua função primordial permanece a mesma - fornecer energia adicional para amplificar o sinal.

### **3.6 Circuitos elétricos**

Diante da variedade de componentes elétricos e eletrônicos aqui apresentados, dar-se a necessidade de interconectá-los para que o conjunto em si tenha uma aplicabilidade específica com sentido e significado. A essa conexão formando um caminho fechado entre os componentes eletrônicos, onde o fluxo elétrico é estabelecido denominamos, circuito elétrico ou circuito eletrônico.

Dessa forma, as ligações dos elementos do circuito elétrico envolvem diagramas elétricos – uma imagem gráfica, com a ajuda da qual são apresentadas as conexões entre os elementos individuais de um dispositivo elétrico, que funcionam devido ao fluxo da corrente elétrica, utilizando os convencionais gráfico, bem como designações digitais e letras – resistores ôhmicos, capacitores, indutores, fontes, semicondutores além da tipologia – especificações técnicas do estado normal de funcionamento e impressão de valores nominais e/ou codificados.

## 4 Proposta de Intervenção e Metodologia

### 4.1 Relevância desse Trabalho

Entendendo a BNCC como não se tratando de um currículo, mas uma base comum que elenca as aprendizagens essenciais que todo discente deve desenvolver ao longo de sua escolaridade básica obrigatória, observemos em sua estrutura, não os caminhos metodológicos, por não ser esse o seu propósito primordial, mas a presença de habilidades culminantes dos processos de ensino e aprendizagem.

Delineando essas aprendizagens através do estudo de circuitos elétricos, nosso objeto de conhecimento, segundo a BNCC, algumas habilidades devem ser alcançadas. Somente na página 349, parte concernente à Ciências do 8º ano do Ensino Básico, na etapa Fundamental, portanto anos finais, encontramos habilidades a serem desenvolvidas tais:

**(EF08CI01)** Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.

**(EF08CI02)** Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais.

**(EF08CI03)** Classificar equipamentos elétricos residenciais (chuveiro, ferro, lâmpadas, TV, rádio, geladeira etc.) de acordo com o tipo de transformação de energia (da energia elétrica para a térmica, luminosa, sonora e mecânica, por exemplo).

**(EF08CI04)** Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal.

**(EF08CI05)** Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade (consumo de energia e eficiência energética) e hábitos de consumo responsável.

**(EF08CI06)** Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola. (BRASIL, 2017, p.349).

Obviamente, nosso objeto de conhecimento se concentra na habilidade (EF08CI02), sem deixar de considerar a relevância e a integração com as demais.

É possível perceber que na etapa relativa ao Ensino Médio existe uma busca no sentido de maior integração das componentes curriculares através de habilidades que contemplam a área de conhecimento de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. Essa etapa de ensino apresenta-se subdividida em três competências específicas, a saber:

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1**

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. (BRASIL, 2017, p.540).

Observemos o que está posto na habilidade (EM13CNT103), também referindo-se à geração de energia:

**(EM13CNT103)** Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica. (BRASIL, 2017, p.541).

Um bom planejamento de aula não pode ser delineado a partir de seu objeto de conhecimento e, então, verificar-se qual habilidade se encaixaria no mesmo. Na verdade, deve-se tomar o rumo contrário a esse pensamento. Devemos tomar a habilidade como uma necessidade a ser desenvolvida no discente para que o mesmo, de forma prática, retornando sempre à lembrança de que é esse o escopo desse trabalho, consiga desempenhar o seu papel como cidadão formado e apto ao exercício de suas tarefas cotidianas.

Dessa forma, é possível sim considerar que esse trabalho e seu produto educacional estão contemplados na habilidade (EM13CNT103), além de outras aqui analisadas, que aportam a relevância desse trabalho. E continuando, percebe-se que na habilidade (EM13CNT106) o enfoque então, será a conservação dos recursos naturais e sua alta possibilidade de geração de energia, sobretudo a energia elétrica:

**(EM13CNT106)** Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais. (BRASIL, 2017, p.541).

O benefício da construção dessa habilidade no discente cuidará de despertar-lhe a sensibilidade do uso consciente da energia elétrica com vistas, inclusive, a repassar também às gerações futuras esse feito com uma consciência pública onde existe respeito pelos recursos naturais renováveis tão abrangentes em todo o território brasileiro e, da mesma forma, tão pouco explorados.

Trabalhar os experimentos desse produto educacional nos remete à relevância em se compreender a preservação do meio ambiente e seus recursos como algo primordial. É dizermos que a energia é renovável quando vem de fontes naturais e não se esgota com o tempo. Além disso, é limpo, não poluente e possui fontes muito diversas. Existem muitos novos recursos em estudo e, conforme a tecnologia avança, essas outras maneiras estão sendo exploradas sem usar os sofrimentos de nosso planeta.

Começando pelo transporte, devemos destacar que se trata de uma área da sociedade que consome grandes quantidades de combustível e, portanto, polui o meio ambiente. Assim sendo, a competência específica 2 da BNCC, para a área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, levanta o debate chamando atenção para "se fundamentar decisões éticas e responsáveis". Nesse sentido, considerando que evitar poluição excessiva, evitar o aumento do uso de

recursos fósseis, (também destacado na competência específica 3, traves da habilidade EM13CNT309), favorecer o uso dos biocombustíveis, e, por que não, propor o uso de um recurso inesgotável que pode atender, em larga escala, à demanda por transporte, a saber, a energia elétrica a partir da captação da energia solar, faz desse trabalho de dissertação também um agente da ação ética e da promoção da responsabilidade social:

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2**

Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis. (BRASIL, 2017, p.542).

Graças ao uso desses combustíveis verdes e da captação de energia solar, nossa dependência do petróleo pode ser reduzida e os danos ao meio ambiente podem ser minimizados.

A habilidade (EM13CNT203) perpassa nas implicações decorrentes da intervenção dos seres humanos no funcionamento natural dos ecossistemas e, além de outras situações, quais os fatores limitantes para que a manutenção da vida não tenha impacto degradante quebrando os ciclos da reorganização da matéria e da produção, transformação e reestabelecimento das mais diversas formas de energia:

**(EM13CNT203)** Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia. (BRASIL, 2017, p.543).

Outro importante viés a ser prescrutado através desse trabalho é o da aplicação de dispositivos semicondutores em sistemas de automação de processos. Caracterizadas pelas avançadas técnicas de otimização de tempo e de resultados, minimizando os desperdícios de insumos, as grandes corporações, em certo momento da história, pareciam preocupar as classes trabalhadoras por suggestionar a substituição em massa da mão-de-obra fazendo com que pensassem em não conseguir

gerir o desafio de, sequer, acompanhar os avanços tecnológicos e de, possivelmente, não surgirem outras oportunidades de enquadramento no mercado de trabalho.

Nessa perspectiva, este trabalho também exerce o papel de situar os discentes frente ao que está posto na habilidade (EM13CNT205) da BNCC, onde é destacada a importante necessidade de que precisam desenvolver seu próprio conjunto de habilidades, de se ajustar para se adaptar às novas tecnologias e avanços e compreender que a ciência não possui todas as respostas, ou seja, não está pronta e acabada e, assim sendo, ainda está distante de alcançar os seus limites, logo, acompanhar a dinâmica de seu desenvolvimento é imprescindível:

**(EM13CNT205)** Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências. (BRASIL, 2017, p.543).

Esta é a nova organização do Ensino Médio para a qual há muitas possibilidades para consolidação dos saberes realizando diversos desenvolvimentos na área das aprendizagens.

Para garantir a completude dos saberes que os discentes carecem construir ao longo da educação básica mediante o conjunto de habilidades elencadas na estrutura da BNCC, temos a competência específica 3, que sem problema nenhum, poderia vir na vanguarda das supracitadas:

- **COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3**

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2017, p.544).

Como já dito, essa parece ser a mais importante das competências específicas a serem desenvolvidas. Despertar no estudante o interesse

pelos temas que irão compor sua formação acadêmica e intelectual de maneira que ele continue alimentando o sentimento de pertencimento a esses contextos não parece ser uma tarefa fácil. Contudo, é imprescindível sensibilizá-lo a ponto de se envolver de maneira mais aprofundada em todas as questões que englobam sua carreira dando sentido e significado à sua formação. Os experimentos que compõem nosso produto educacional possuem a intenção de contribuir nesse sentido e estão perfeitamente alinhados também com as habilidades (EM13CNT301), (EM13CNT302) e (EM13CNT303), que propõem:

**(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, 2017, p.545).

**(EM13CNT302)** Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural. (BRASIL, 2017, p.545).

**(EM13CNT303)** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações. (BRASIL, 2017, p.545).

Na prática, em cada tarefa proposta no produto educacional descobre-se uma conexão com pelo menos uma situação do cotidiano do estudante, o que, de acordo com as habilidades (EM13CNT306) e (EM13CNT306), engrandece fortemente a função educacional de tirar esse estudante da posição de mero usuário dos utensílios eletroeletrônicos dando-lhe a possibilidade de conhecer alguns dos métodos científicos utilizados para a transformação de seu

conhecimento e na coparticipação em uma busca científica individual e coletiva:

**(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, 2017, p.545).

**(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, 2017, p.545).

Essas noções básicas de aprendizagem sobre métodos de pesquisa, no sentido estrito da palavra, embora possuam suas limitações, pois temos ampla compreensão do que seria o mais compatível para alcançar os objetivos mais altos da educação, não nos coloca na condição de impossibilitados, visto que, muitas das vezes até mesmo com recursos próprios, realizamo-nos em propiciar, não somente os aportes teóricos, mas também, os recursos didáticos, sobrepujando alguns anseios particulares em prol do bem comum com nossos discentes.

Trabalhar com circuitos elétricos é algo multifacetado. As possibilidades variam desde esquemas desenhados em livros, simuladores que aproximam bastante da realidade até chegar as vias de fato em protótipos que os próprios alunos podem produzir. E essa última é, sem dúvidas, a maneira mais próxima e, por conseguinte, mais eficiente maneira de se aprender; fazendo. Se por um lado, ele enfrenta a tarefa manual de desenvolver esboços de circuitos, e isso requer uma abordagem criativa e pensamento inovador. Por outro lado, ele consolida a aprendizagem matemática quando precisa desenvolver soluções frente às diferentes disposições dos componentes nos circuitos. E o grande diferencial aqui apresentado é o uso de dispositivos semicondutores com aplicações identificáveis no seu cotidiano.

## 4.2 Estado da Arte

Foi realizada uma busca sistemática entre os meses de março e setembro de 2021, onde foram utilizadas as seguintes palavras-chave: Circuito elétrico e semicondutores. Estas palavras-chave foram elencadas, uma vez que o interesse de investigação foi identificar os estudos que fizessem a correlação com o objeto de conhecimento, circuito elétrico, sendo essa parte integrante da ementa de 8º e 9º anos do Ensino Fundamental, assim como do 3º ano, na etapa do Ensino Médio.

A primeira base de dados investigada foi o sítio nacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF. Em um universo de 589 arquivos presentes no banco de dissertações e distribuídos em 29 páginas, cerca de 2,37%, ou seja, 14 dissertações fazem alusão às palavras-chave supramencionadas. No sítio, a disposição dos trabalhos não se encontra em ordem cronológica, entretanto, aqui foi colocada para facilitar o acompanhamento das produções, conforme lista que segue:

- **Polo 13:** UFLA - Universidade Federal de Lavras  
**Autor:** JULIO CESAR CABRAL  
**Orientador:** Antonio dos Anjos Pinheiro da Silva  
**Data da defesa:** 21/08/2015  
**Título:** Efeito fotoelétrico: uma abordagem a partir do estudo de circuitos elétricos  
**Página de localização no sítio:** 10  
**Resumo:** Indisponível
- **Polo 04:** UFAM\_IFAM - Universidade Federal do Amazonas/ Instituto Fed. de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas  
**Autor:** Glauco Denes Galvão Maia  
**Orientador:** Wagner Antônio da Silva Nunes  
**Data da defesa:** 01/11/2015  
**Título:** INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTAIS COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA NO ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS NO ENSINO MÉDIO  
**Página de localização no sítio:** 18  
**Resumo:** Indisponível

- Polo 02:** UFG - Universidade Federal de Goiás  
**Autor:** Espedito Rodrigues  
**Orientador:** Professor Dr. Denis Rezende de Jesus  
**Data da defesa:** 01/12/2015  
**Título:** METODOLOGIA DE ENSINO DE SEMICONDUTORES NO ENSINO MÉDIO  
**Página de localização no sítio:** 9  
**Resumo:** Indisponível
- Polo 21:** FURG- Universidade Federal do Rio Grande  
**Autor:** Edilson da Silva Torma  
**Orientador:** Prof. Dr. Valmir Heckler e Prof<sup>a</sup> Msc. Eliane Cappelletto  
**Data da defesa:** 11/01/2016  
**Título:** Sequência Investigativa em Circuitos Elétricos no Ensino Médio  
**Página de localização no sítio:** 8 (postagem repetida nas págs.9 e 10)  
**Resumo:** Indisponível
- Polo 21:** FURG- Universidade Federal do Rio Grande  
**Autor:** Edilson da Silva Torma  
**Orientador:** Prof. Dr. Valmir Heckler e Prof<sup>a</sup> Msc. Eliane Cappelletto  
**Data da defesa:** 11/01/2016  
**Título:** FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS  
**Página de localização no sítio:** 8  
**Resumo:** Indisponível
- Polo 09:** UFRSA - Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
**Autor:** MARCOS ROBERTO AMANCIO PASCOAL  
**Orientador:** Carlos Antonio López Ruiz  
**Data da defesa:** 26/02/2016  
**Título:** FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CIRCUITOS  
**Página de localização no sítio:** 21  
**Resumo:** Indisponível
- Polo 13:** UFLA - Universidade Federal de Lavras  
**Autor:** JULIANA DA SILVA PINTO  
**Orientador:** Antônio Marcelo Martins Maciel  
**Data da defesa:** 01/06/2016

**Título:** Promovendo a Alfabetização Científica nos Estudos de Circuitos Elétricos Resistivos por meio de Atividades Colaborativas

**Página de localização no sítio:** 15

**Resumo:** Indisponível

- **Polo 06:** UEFS - Universidade Estadual de Feira de Santana

**Autor:** GUSTAVO DE CARVALHO CAMPOS

**Orientador:** ANTONIO VIEIRA DE A. NETO

**Data da defesa:** 01/06/2016

**Título:** NOÇÕES DE FÍSICA QUÂNTICA A PARTIR DO ESTUDO DO FUNCIONAMENTO DE DISPOSITIVOS SEMICONDUTORES – UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA 3ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

**Página de localização no sítio:** 11

**Resumo:** Indisponível

- **Polo 13:** UFLA - Universidade Federal de Lavras

**Autor:** ANDRESSA GIAROLA ALVES

**Orientador:** Antonio dos Anjos Pinheiro da Silva

**Data da defesa:** 10/02/2017

**Título:** MATERIAIS SEMICONDUTORES: UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO MÉDIO

**Página de localização no sítio:** 15

**Resumo:** Indisponível

- **Polo 33:** IFES - Instituto Federal do Espírito Santo

**Autor:** ALFEU SCARPAT JÚNIOR

**Orientador:** Luiz Otávio Buffon

**Data da defesa:** 10/07/2017

**Título:** UMA PROPOSTA DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COM O USO DE UM SOFTWARE SIMULADOR DE CIRCUITOS ELÉTRICOS EM SALA DE AULA

**Página de localização no sítio:** 23

**Resumo:** Indisponível

- **Polo 17:** UFABC - Universidade Federal do ABC

**Autor:** Sebastião Carlos do Espírito Santo

**Orientador:** Marcelo Oliveira da Costa Pires

**Data da defesa:** 01/08/2017

**Título:** DISPOSITIVO ELETRÔNICO SEMICONDUTOR LED: UMA ABORDAGEM BASEADA EM UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

**Página de localização no sítio:** 25

**Resumo:** Indisponível

- **Polo 09:** UFERSA - Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
**Autor:** JOSÉ ALISSON FREITAS DE SOUSA  
**Orientador:** Luciana Angélica do Silva Nunes  
**Data da defesa:** 23/03/2018  
**Título:** ABORDAGEM EXPERIMENTAL PARA AULAS DE CIRCUITOS DE CORRENTE CONTÍNUA UTILIZANDO PLACA PROTOBOARD EM TURMAS DO ENSINO MÉDIO  
**Página de localização no sítio:** 22  
**Resumo:** Indisponível
- **Polo 38:** UFRR -Universidade Federal de Roraima  
**Autor:** RONDSON DE SOUSA PEREIRA  
**Orientador:** Oscar Tintorer Delgado  
**Data da defesa:** 01/08/2018  
**Título:** A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EXPERIMENTAIS COMO METODOLOGIA DE ENSINO NO CONTEÚDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS RESISTIVOS FUNDAMENTADOS NA TEORIA DE FORMAÇÃO POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS DE GALPERIN  
**Página de localização no sítio:** 25  
**Resumo:** Indisponível
- **Polo 37:** UFPA - Universidade Federal do Pará  
**Autor:** DANIEL DEIVID ALMEIDA BRAGA  
**Orientador:** Fátima Nazaré Baraúna Magno  
**Data da defesa:** 26/06/2020  
**Título:** UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ESTUDO DE ELETRODINÂMICA EM UMA TURMA DO ENSINO MÉDIO QUE INTEGRA O USO DE UM SIMULADOR DE CIRCUITOS ELÉTRICOS E UM KIT EXPERIMENTAL  
**Página de localização no sítio:** 3  
**Resumo:** Disponível

O programa de pós-graduação MNPEF foi criado em 2013, logo, apresenta produções acadêmicas somente a partir de 2015 em virtude da carência de dois anos da vigência do programa para que fossem publicados seus primeiros trabalhos.

Quanto à questão da divulgação dos trabalhos, no banco de dissertações do sítio do MNPEFF, é possível perceber que poucos trabalhos são disponibilizados ou, pelo menos, seus resumos.

Dessa forma, não houve muita possibilidade de consulta entre os trabalhos ali publicados, a não ser, o de Daniel Deivid Almeida Braga, intitulado: UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ESTUDO DE ELETRODINÂMICA EM UMA TURMA DO ENSINO MÉDIO QUE INTEGRA O USO DE UM SIMULADOR DE CIRCUITOS ELÉTRICOS E UM KIT EXPERIMENTAL, o qual pertence à Sociedade Brasileira de Física – SBF, oriundo do Polo 37 da UFPA - Universidade Federal do Pará, que teve por orientadora a Profa. Dra. Fátima Nazaré Baraúna Magno e coorientadora a Profa. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha, com defesa em 26 de junho de 2020.

O referido trabalho trata de atividades executadas a partir de um simulador computacional numa das etapas de apresentação do objeto de conhecimento sobre circuitos elétricos seguido do uso de um pequeno kit com multímetro, resistores de valores variados e suas disposições em associação série, paralela e mista num circuito alimentado por uma bateria de 9 volts e utiliza led, contudo, a abordagem não traz em seu teor a aplicabilidade cotidiana. Esse trabalho encontra-se localizado na página 3 do sítio do MNPEF, quando o mesmo é procurado sem filtro de busca tal como, busca por polo.

Assim, é importante ressaltar que muitos trabalhos se encontram com postagem repetida quando a busca é feita sem filtro, ou seja, dos 589 trabalhos ali publicados, 87 estão duplicados, triplicados ou até mesmo quadruplicados. A tabela a seguir, mostra essa situação de títulos que estão em repetição na página do MNPEF:

**Tabela 3.5** – Títulos relacionados aos temas de circuito elétrico e Semicondutores.

TÍTULO DO TRABALHO	AUTOR	POLO	REP
<a href="#">A Apicalidade da Flipped Classroom no Ensino de Física para Turmas da 1ª Série do Ensino Médio</a>	Vitor Jurtlero de Freitas	12	1

<a href="#">A COSMOLOGIA DE NEWTON A EINSTEIN: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO MÉDIO COM RECURSOS DE HIPERMÍDIA</a>	Hudineia Fitaroni França de Souza	27	1
<a href="#">A EXPERIMENTAÇÃO EM ELETRICIDADE: UMA ESTRATÉGIA FACILITADORA DA APRENDIZAGEM DE TÓPICOS DE FÍSICA ABORDADOS NO ENSINO MÉDIO</a>	Luciano Sedraz Silva	11	1
<a href="#">A FÍSICA BRASILEIRA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: DISCUTINDO AS CONTRIBUIÇÕES DE CÉSAR LATTES PARA A DESCOBERTA DO MÉSON <math>\pi</math> A PARTIR DE UMA ABORDAGEM HISTÓRICA E CONCEITUAL</a>	ALEXSANDRO DE OLIVEIRA FIGUEIRÊDO	6	1
<a href="#">A LUA E O COMPORTAMENTO DAS MARÉS</a>	PRISCILLA LIMA REZENDE	44	1
<a href="#">A UTILIZAÇÃO DE UM MATERIAL INSTRUCIONAL NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA APRENDIZES- MARINHEIROS: UMA INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO MOVIMENTO DOS CORPOS</a>	Rogério Oliveira Silva	12	3
<a href="#">APLICAÇÃO DE VIDEOAULAS COMPLEMENTARES E A ANÁLISE DO SEU EMPREGO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM EM FÍSICA NO ENSINO MÉDIO</a>	Diogo Vaz Machado	27	1
<a href="#">APRENDIZAGEM Significativa Através da Construção de Experimentos Pelos Alunos do Ensino Médio Técnico</a>	Leandro Valle Soares	12	2
<a href="#">ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO ENSINO FÍSICA: NA BUSCA DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA</a>	NEYSON FERREIRA DE SOUZA	29	1
<a href="#">ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE ACÚSTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA: Uma Proposta na Inclusão de Surdos</a>	Gracilene Gaia Caldas	37	1
<a href="#">COMPARANDO A INFLUÊNCIA ENTRE O SOFTWARE EDUCACIONAL E OS DISPOSITIVOS CONSTRUÍDOS PARA AULAS EXPERIMENTAIS ABORDANDO O TEMA DE DINÂMICA NAS AULAS DE ENSINO MÉDIO</a>	LÚCIO HELENO LOBATO PORTO	29	1
<a href="#">CONTRIBUIÇÕES DO PÁTIO DA CIÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO FORMAL</a>	Magda Cardoso de Oliveira Martins	2	1
<a href="#">CURSO A DISTÂNCIA PREPARATÓRIO PARA OLIMPÍADAS DE FÍSICA E ASTRONOMIA: UMA PROPOSTA PARA O PROFESSOR</a>	Rodrigo Ferreira Marinho	2	1
<a href="#">DESENVOLVIMENTO DA BIBLIOTECA ACLIVEJS PARA SIMULAÇÕES DE FENÔMENOS FÍSICOS</a>	Wallace Robert da Silva Nascimento	27	1
<a href="#">Desenvolvimento de metodologia de ensino para abordagem de tópicos de conversão de energia elétrica na educação básica fundamentada na aprendizagem significativa colaborativa</a>	Jennie Elias Viera	41	1
<a href="#">Desenvolvimento de um Kit Experimental com Arduino para o Ensino de Física Moderna no Ensino Médio</a>	Sérgio Silveira	41	4
<a href="#">DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO CONTINUADA PARA O ENSINO DE FÍSICA</a>	Gislaine Soares Machado Herdi	27	1
<a href="#">Desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente significativa para o Ensino do Conceito de Ondas</a>	Graziely Ameixa Siqueira dos Santos	12	2
<a href="#">ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: Conceitos e Aplicações para o Ensino Médio</a>	JOSÉ RICARDO PATRÍCIO DA SILVA SOUZA	37	1
<a href="#">Ensinando Física com Foguetes de Água e Utilizando TIC através de uma Proposta Multidisciplinar</a>	Victor Sardinha Bexiga	21	2
<a href="#">ENSINO DE FÍSICA DAS RADIAÇÕES IONIZANTES: DO SENSO COMUM AO CONHECIMENTO CIENTÍFICO.</a>	Di Angelo Matos Pinheiro	4	1

<a href="#">ESTUDO COMPARATIVO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS UTILIZANDO MODELLUS</a>	ELITON DONIZETE DE SOUZA	2	1
<a href="#">ESTUDO DE ONDAS NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA COM A CONSTRUÇÃO DE UM ESPECTRÔMETRO</a>	DONIZETE TORRES DE MORAIS	20	1
<a href="#">Evolução de Conceitos de Mundo: uma proposta para a inserção da Teoria da Relatividade no Ensino Médio</a>	JOSEIL CARVALHO FREIRE	13	2
<a href="#">EXPERIMENTANDO A TERMOLOGIA: uma proposta para o Ensino de Física, em turmas de Ensino Médio.</a>	Ednilton Mariano Chaves	1	1
<a href="#">EXPERIMENTOS DE FÍSICA ADAPTADOS PARA O ENSINO DE ESTÁTICA DOS FLUIDOS A ALUNOS COM CEGUEIRA DO ENSINO FUNDAMENTAL: TEOREMA DE STEVIN, VASOS COMUNICANTES E PRINCÍPIO DE PASCAL</a>	Cairo Dias Barbosa	29	1
<a href="#">Experimentos de Física em Sala de Aula com Enfoque na Produção e Execução Autônoma por parte dos Alunos</a>	Fábio Domingui	41	1
<a href="#">Explorando o Lúdico no Ensino de Física</a>	Daniel da Silva de Ávila	21	4
<a href="#">FÍSICA EXPERIMENTAL EM SALA DE AULA MEDIANTE USO DO SMARTPHONE</a>	Antonio Geraldo Ramalho Braga	27	1
<a href="#">FORÇAS E MOVIMENTO: PROPOSTA DE ATIVIDADES COM SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS</a>	Alexandre Martins Cristóvão	41	1
<a href="#">FOTOCONDUTIVIDADE NO ENSINO MÉDIO: UM OBJETO DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE BANDAS DE ENERGIA</a>	NELSON DE SOUZA COSTA JÚNIOR	6	1
<a href="#">GAMIFICAÇÃO NO SCRATCH COMO RECURSO PARA APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA NO ENSINO DA FÍSICA: LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS</a>	ANTONIO DE PASSOS NETO CRONENBERGER GALVÃO	29	1
<a href="#">Historia em Quadrinhos como Recurso Didático para o Ensino de Física na Educação de Joves e Adultos</a>	Davi Colombo Gonçalves	41	2
<a href="#">Inclusão no ensino de física: o ensino das qualidades fisiológicas do som para alunos surdos e ouvintes</a>	JEDERSON WILLIAN PEREIRA DE CASTRO	13	2
<a href="#">Indo Além das Três Fases da Matéria</a>	Claudio de Werk Schroeder	21	2
<a href="#">Instrumentação eletrônica com o Arduino aplicada ao ensino de Física</a>	José Altenis dos Santos	7	1
<a href="#">INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTAIS COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA NO ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS NO ENSINO MÉDIO</a>	Glauco Denes Galvão Maia	4	1
<a href="#">INTERAÇÕES DISCURSIVAS EM AULAS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO PARA O ENSINO DE ENERGIA: NARRATIVAS DE UM PROFESSOR EM FORMAÇÃO.</a>	Julio Cesar Souza Almeida	12	1
<a href="#">Interdisciplinaridade entre Física e Biologia em turmas do 8º ano do Ensino Fundamental: possibilidade para o ensino de ciências</a>	Leciani Eufrácio Coelho Varela	41	4
<a href="#">INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE FÍSICA: UMA ABORDAGEM POR TIC</a>	RENATO RODRIGUES	2	1
<a href="#">LEGO Zoom: Ferramenta para a obtenção de dados experimentais na Física para o Ensino Fundamental</a>	Felipe Renier Maranhão Lima	1	2
<a href="#">LIVRO VIRTUAL DE FÍSICA: Uma Proposta para o Estudo de Mecânica no 1º Ano do Ensino Médio</a>	Joatã de Oliveira Batista	37	1
<a href="#">METODOLOGIA DE ENSINO DE SEMICONDUTORES NO ENSINO MÉDIO</a>	Espedito Rodrigues	2	1
<a href="#">MÉTODOS ATIVOS DE APRENDIZAGEM APLICADOS EM AULAS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO</a>	William de Sant'Anna dos Santos	27	1

<a href="#">Modulo Didático para o Ensino de Física na EJA a Partir do Tema Gerador: "O Eletromagnetismo e o Problema das Ligações</a>	Rodrigo Silva Magalhães	1	2
<a href="#">Montagem experimental de um relé fotoelétrico didático para o ensino médio</a>	João Gomes da Silva	3	1
<a href="#">MOVIMENTO ACELERADO E O HOMEM NA LUA: DESMISTIFICANDO TEORIAS DE CONSPIRAÇÃO ATRAVÉS DA DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA</a>	RONILSON PINHEIRO DA SILVA	11	1
<a href="#">O Conceito de Campo no Eletromagnetismo: uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa</a>	Marcio Oliveira da Rocha	12	1
<a href="#">O CONCEITO DE INCERTEZA NAS EXPERIÊNCIAS DE FÍSICA: INTRODIZINDO O HISTOGRAMA DE BLOCOS</a>	Evandro de Souza Oliveira	27	1
<a href="#">O Ensino da Física Térmica a partir de um Modelo didático de coletor solar</a>	Silvana Fernandes	41	4
<a href="#">O Ensino de Astronomia como Facilitador nos Processos de Ensino e Aprendizagem</a>	Julio Cesar Gonçalves Damasceno	21	2
<a href="#">O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL</a>	Mironaldo Batista Mota Filho	2	1
<a href="#">O Ensino de Eletrostática em uma Perspectiva Investigativa: Analisando o Processo de Construção de Conhecimento Científico de Estudantes do Ensino Médio do Ifes Campus Linhares</a>	Rovilson de Oliveira Mota	12	1
<a href="#">O Ensino de Física na Eja: uma Proposta Com Foco na Utilização de Atividades Experimentais Demonstrativas um Exemplo no Estudo da Hidrostática</a>	Aline Costalonga Gama	12	3
<a href="#">O ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL I: UMA APLICAÇÃO NO ENSINO DOS SENTIDOS DA VISÃO, AUDIÇÃO E TATO</a>	JULBERT FERRE DE MORAIS	28	1
<a href="#">O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA UTILIZANDO HISTÓRIA EM QUADRINHOS</a>	Franklin José Bomfim Ramos	44	1
<a href="#">O ENSINO DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA A PARTIR DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS QUANTITATIVAS</a>	André Scheidegger Laia	29	1
<a href="#">O STELLARIUM COMO ESTRATÉGIA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA</a>	LEOMIR BATISTA NERES	44	1
<a href="#">O USO DO PROGRAMA SCRATCH NA ABORDAGEM DOS CONCEITOS INICIAIS DE CINEMÁTICA PARA ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO</a>	Fabricio de Oliveira Farias	4	1
<a href="#">O USO DO SIMULADOR PHET PARA O ENSINO DE ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES.</a>	Leonardo Dantas Vieira	2	1
<a href="#">ONDAS ELETROMAGNÉTICAS E SUAS APLICAÇÕES NA METODOLOGIA DA INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS</a>	Lorena Matos dos Santos Ribeiro	44	1
<a href="#">Os Movimentos dos Planetas e os Modelos de Universo: Uma Proposta de Sequência Didática para o Ensino Médio</a>	Marconi Frank Barros	12	1
<a href="#">Partículas Elementares e Interações: Uma Proposta de Mergulho no Ensino e Aprendizagem Através de uma Sequência Didática Interativa</a>	Valéria Bonetti Jerzewski	21	2
<a href="#">PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE MAQUETES PARA DEFICIENTES VISUAIS COMO FERRAMENTA PARA AULAS DE ASTRONOMIA</a>	Nair José de Oliveira Nanone	44	1
<a href="#">PROPOSTA DE UNIDADE DIDÁTICA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA</a>	Thiago Sebastião de Oliveira Coelho	2	1
<a href="#">Radiações Ionizantes e Radiações Não Ionizantes no Ensino Médio</a>	Graciela Sasso Fiuza	21	2

<a href="#">Sequência de práticas com recursos multimídia para ensino de eletromagnetismo no EJA e PROEJA</a>	Fernando José Barros Nascimento	15	1
<a href="#">SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA APRENDIZAGEMATIVA DAS LEIS DE NEWTON</a>	LUCIENE DA SILVA MENEZES	11	1
<a href="#">Sequência Investigativa em Circuitos Elétricos no Ensino Médio</a>	Edilson da Silva Torma	21	4
<a href="#">SPEED CALCULATIONS FOR TRAFFIC ACCIDENTS: UM SOFTWARE PARA O ENSINO DA DINÂMICA DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO EM UMA ABORDAGEM BEHAVIORISTA</a>	Walldiney Pedra Gurgel	29	1
<a href="#">TEATRO DE FANTOCHES: UMA ABORDAGEM LÚDICA DE FÍSICA MODERNA EM ESCOLAS DO ENSINO FUNDAMENTAL</a>	Luiz Fernando A. Aringhieri	29	1
<a href="#">Teoria da Relatividade Restrita e Geral ao Longo do 1º Ano do Ensino Médio</a>	Marcos Ribeiro Rabelo de Sá	1	1
<a href="#">TERMODINÂMICA ATRAVÉS DO CUBO DE RUBIK</a>	Geovani R. da Silva	2	1
<a href="#">TÓPICOS DE FÍSICA QUÂNTICA EM VERSOS DE CORDEL E ARTE DOS QUADRINHOS, ENSINADOS À LUZ DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA</a>	Samuel dos Santos Feitosa	31	1
<a href="#">Um novo exercício de International Masterclass para ensinar Física de Partículas</a>	Alan da Silva G. de Souza	27	1
<a href="#">UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL FÍSICA SOBRE FREIO MAGNÉTICO E CORRENTE DE FOUCAULT</a>	Vanici Pereira Martins Barreto	38	1
<a href="#">UMA PROPOSTA DE INSERÇÃO DA RELATIVIDADE RESTRITA NO ENSINO MÉDIO</a>	PEDRO JOSÉ FEITOSA ALVES JÚNIOR	22	1
<a href="#">Uma Proposta de uma Metodologia para Abordagem da Conservação do Momento Angular no Ensino Médio</a>	Jefferson Maia da Costa	1	1
<a href="#">UMA PROPOSTA PARA LECIONAR FÍSICA QUÂNTICA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS</a>	Eliney da Trindade Miranda	37	1
<a href="#">Uma Sequência Didática Envolvendo Recursos de Investigação e Aprendizagem dos Fenômenos Térmicos no Ensino Médio</a>	Véra Maria Munhoz Rubira	21	2
<a href="#">Usando experimentação no ensino potencialmente significativo de óptica geométrica</a>	Robson Torres Diniz	15	1
<a href="#">Usando os Projetos de Trabalho na Educação de Jovens e Adultos: um Estudo de caso para a 3ª etapa do 3º</a>	Renato Miletti	1	2
<a href="#">Uso da filosofia e história da ciência no ensino das 1ª e 2ª leis de OHM</a>	Fabiano Quintino dos Santos	15	1
<a href="#">Uso de Planilhas Eletrônicas como Ferramentas Auxiliares no Ensino-Aprendizagem de Cinemática</a>	Júlio César Souza Marques	1	2
<a href="#">UTILIZAÇÃO DO GERADOR ELETROSTÁTICO DE VAN DE GRAAFF, DE BAIXO CUSTO, NA APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DA ELETROSTÁTICA</a>	DAMIÃO DE SOUZA CARVALHO	38	1
<a href="#">Utilização Sistemática das Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Eletricidade</a>	Welismar Almeida da Silva	3	1

**Fonte:** <http://www1.fisica.org.br/mnpef/dissertacoes>

Dessa forma, dos 589 títulos subtraindo as 120 repetições, temos que, na realidade, até a presente data, 469 são as dissertações publicadas no sítio oficial do MNPEF, o que resulta em 2,98%,

aproximadamente, das dissertações que possuem em seus títulos as palavras, circuito elétrico ou semicondutores.

Como segunda base de dados a ser investigada, foi escolhido o Banco de dissertações produzidas pelo nosso Polo 36 - UFAL também do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Nesse sítio, a disposição dos trabalhos é feita de forma cronológica, o que sistematiza e, por conseguinte, facilita qualquer aspecto de busca. É possível verificar esse acervo em: <https://if.ufal.br/pt-br/pos-graduacao/mnpef/>. Nesse endereço eletrônico é possível constatar, até a presente data, dois trabalhos com as mesmas características seguidas como critérios de busca adotadas para a primeira base de dados: circuitos elétricos e semicondutores.

O primeiro trabalho é datado de 2019 assinado por Tobias Marcelo do Nascimento com o título: Determinação da DDP de Limiar de um Led, orientado pelo Prof. Dr. Pedro Valentim dos Santos. Apesar de não mencionar no título a palavra-chave, semicondutor, a ênfase para esse trabalho provém do fato de que seu resumo e capítulo de introdução destacam a proposta de trabalhar com kit de montagem de circuito elétrico utilizando o semicondutor diodo emissor de luz, LED, além da gravação de videoaulas com os respectivos experimentos para visitação do público em geral.

Jogo de tabuleiro para o ensino de circuitos elétricos é o segundo trabalho referente ao objeto de conhecimento. Nesse trabalho, Paulo José Marques de Souza, orientado pelo Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva, destaca a necessidade de se trabalhar o lúdico como ferramenta de aprendizagem. O trabalho traz um panorama de como as aulas eram ministradas e a aceitação da novidade do jogo visando conseguir, de forma prática e interativa, alcançar a assimilação da teoria de circuitos elétricos, além de promover material para outros docentes tivessem, a baixo custo, a oportunidade de confeccionar seu próprio material.

Entre as muitas direções que o objeto de conhecimento, circuito elétrico, pode tomar, é possível perceber que o que está posto ainda é

pouco representativo diante de tantas possibilidades. Obviamente, esse trabalho de dissertação não tem como propósito esgotar o assunto. Mesmo porque temos total ciência de que educação é pesquisa e, assim sendo, não está pronta e acabada. Contudo, é também perceptível de que grande parte da pesquisa no Brasil ainda se dá sob a ótica da teoria e pouco da prática.

### 4.3 Descrição do Sujeito de Pesquisa

A priori a intenção seria aplicar o produto educacional somente em quatro das turmas de 9º ano da Escola Municipal de Ensino Fundamental Aurélio Buarque de Holanda, localizada no município de Teotônio Vilela. Esse grupo de alunos foi inicialmente escolhido por estar com eles trabalhando o objeto de conhecimento que se concentra na habilidade (EF08CI02) da BNCC, a qual destaca a construção de circuitos elétricos, o que, novamente, corrobora com a ideia central dessa dissertação aportada na teoria de Dewey que destaca o aprender fazendo.

**Figura 4.1** – Fachada da EMEF Aurélio Buarque de Holanda.



**Fonte:** Próprio autor.

Além disso, também já existia o interesse em incrementar os circuitos elétricos trabalhados a partir da inserção de elementos

semicondutores dando ênfase na habilidade (EF08CI03) a qual destaca a necessidade de classificar equipamentos elétricos residenciais, observando suas faixas de consumo, transformações energéticas presentes no processo criando uma consciência de economia de energia.

Entretanto, houve uma ampliação no projeto que contemplou quatro turmas de 3º ano da Escola Estadual de Educação Básica Pedro Joaquim de Jesus no mesmo município.

**Figura 4.2** – Fachada da EEEB Pedro Joaquim de Jesus.



**Fonte:** Próprio autor.

Obviamente com abordagens diferenciadas, a razão pela qual houve a aplicação do produto educacional também na escola de Ensino Médio foi de fomentar aos alunos dessa etapa de ensino a oportunidade de participar de experimentos que estão na junção de especialidades técnicas e criativas, conhecimentos intuitivos, interpretação de esquemas, desenvolvimento da prática de manipulação de materiais, interpretações matemáticas, dentre outros.

#### **4.4 Do que trata o Produto Educacional**

A parte que concerne às diretrizes que perpassam esse trabalho está intrinsecamente associada à descrição da parte experimental do mesmo, ou seja, consoante ao Produto Educacional.

Nos circuitos elétricos encontramos elementos constituintes do letramento técnico, que abrem possibilidades de inserção dos produtos da linguagem gráfica sequencialmente às práticas e que possibilitam uma repaginação didática nos processos de ensino e aprendizagem. Então, iremos concentrar como foco principal o uso desses circuitos com aplicações que podem ser adotadas tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio.

Essa pesquisa pode ser entendida como uma investigação sistemática, viável e que busca a ampliação de informações existentes sobre o uso de protótipos construídos a partir de modelos simples de circuitos elétricos até os que são um pouco mais sofisticados, como é o caso da adição do AmpOp555 a esses circuitos para as atividades que envolvem os alunos do Ensino Médio. Pretende-se, portanto, proporcionar ao discente, fazer indagações acerca do tema de circuitos elétricos, desenvolver algumas hipóteses, ajudá-lo a coletar e analisar todos os dados possíveis, fazer o tratamento desses dados e tirar conclusões acerca do problema proposto.

Essa estrutura de trabalho está alinhada à proposta de John Dewey. O fato de Dewey sair de uma realidade em que sua família não dispunha de muitos recursos o fez desenvolver uma teoria em que estivesse presente o confronto entre teoria e prática. Essa, então, passa ser a tônica central de seu trabalho. Porphírio (1999), narra que:

John Dewey [...] iniciou seus estudos nas escolas públicas de Burlington, já que seus pais não possuíam grandes recursos econômicos. Depois, ingressou na Universidade de Vermont, onde se diplomou em Filosofia em 1879. Foi então para a vida prática, lecionando em uma escola rural de Vermont, quando tomou contato com alunos e com a realidade pedagógica. Foi sua primeira incursão na prática da teoria. (Porphírio, 1999, p.9).

As suas realizações práticas são inúmeras. Na Universidade de Chicago, em janeiro de 1896, fundou a Escola Elementar, uma espécie de "escola-laboratório" onde os conceitos teóricos eram experimentados. O êxito de sua experiência foi enorme e logo outras escolas desse tipo foram abertas, não apenas nos estados unidos, mas também em um grande número de países. (Porphírio, 1999, p.10).

Dessa forma, a intensão sempre foi manter esse viés formativo através de levantamento de informações acerca das turmas que seriam aplicadas o produto educacional, como seriam realizadas as análises dos resultados da coleta de dados etc. Além disso, manteve-se a proposta de usar métodos para uma análise dentro de perspectivas teóricas para validar as interpretações.

Logo, o problema empírico é tratado de forma central, contudo, não resulta em um tratamento puramente teórico, que por exemplo seria o resultado de um questionamento tal como: O que é um circuito elétrico? Por outro lado, a questão não é puramente proveniente da necessidade de se executar uma série de exercícios que se limita à prática específica. Ou ainda, a questão não é como desenvolver recursos de aprendizagem para, por exemplo, uma escola ou para alunos desenvolverem tarefas específicos para uma aprendizagem específica. O propósito de trabalhar a partir desse produto educacional advém da consciência de que o aprendizado e o desenvolvimento podem ocorrer em vários níveis.

Assim sendo, a seção que trata das fases de aplicação desse produto educacional traz o relato de uma experiência realizada na Escola Municipal Aurélio Buarque de Holanda, no município de Teotônio Vilela – AL, nas turmas dos anos finais (9ª ano) onde os alunos, num processo de coprodução com o professor, participaram de oficinas onde, após a contextualização de um tema norteador, reproduziram montagens preestabelecidas a partir de esquemas gráficos, como também, fizeram montagens e realizando outros testes para confirmar cálculos em determinados exercícios teóricos visando consolidar

conteúdos de Física como, Lei de Ohm, associação de resistores em série, paralela e associação mista. Aos alunos da Escola Pedro Joaquim de Jesus, foi acrescentada a atividade com dispositivo semicondutor, o AmpOp555.

#### 4.4.1 Fases de Aplicação do Produto Educacional

##### 4.4.1.1 A Proposta

No decorrer da execução do projeto, buscou-se usar o conceito de mediação reflexiva como método de trabalho. Inicialmente, o objeto de conhecimento referente à circuitos elétricos foi introduzido a partir das discussões sobre o processo seletivo para ingresso no Ensino Médio do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) e Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas (OBFEP), temas bastante recorrentes em todos os anos visto que, na Escola Aurélio Buarque, é desenvolvido um trabalho voluntário, também recorrente, auxiliando os alunos que desejarem participar do certame e nas duas unidades de ensino é dada grande ênfase à OBFEP.

Na figura 4.3, os alunos da Escola Estadual de Educação Básica Pedro Joaquim de Jesus participam da 1ª fase da OBFEP em sua 13ª edição.

**Figura 4.3** – Alunos da EEEB Pedro Joaquim de Jesus / 1ª fase da OBFEP.



**Fonte:** Próprio autor.

Essa frente de trabalho voluntário voltada para a OBFEP e Exame de Seleção para o IFAL, inicialmente, era desenvolvida paralelamente ao plano anual, mas no decorrer do tempo finalmente passou a permear

nossas atividades tanto por nossos discentes atingirem melhores índices num contexto geral, quanto pela gestão conseguir fazer a leitura de que esse trabalho não concorreria, mas deveria ser considerado em si como um contributo no processo de aprendizagem.

Também fez parte da inserção desse trabalho de dissertação, uma acalorada inquietação, por razão da discussão acerca da posição do Brasil nos resultados do PISA divulgados pelo Inep e a distante colocação em Ciências.

#### 4.4.1.2 As explicações/oficinas

Após franqueada a palavra por mediação descrita sobre o ranking do Brasil no PISA e como se dão algumas questões de gestão pública e sobre os processos de aprendizagem e desenvolvimento de competências e habilidades, prosseguiu-se com a explanação do objeto de conhecimento trabalhando-se a parte conceitual, juntamente com a Lei de Ohm e alguns exercícios teóricos foram realizados, e, na continuação, também alguns cálculos, visando a fixação das aprendizagens.

No segundo momento, foi retomada a Lei de Ohm, dessa vez, perpassando por detalhes do tema até a associação de resistores. De forma gradativa foram apresentadas as associações série, paralela e mista.

**Figura 4.4** – Aluna da EMEF Aurélio Buarque de Holanda, resolvendo questões de Associação de Resistores.



**Fonte:** Próprio autor.

Nessa imagem, figura 4.4, a aluna da Escola Aurélio Buarque, executa a resolução de questões com associação série. Apesar da vontade e do envolvimento de alguns alunos, essa imagem não é a tradução de uma realidade homogênea das turmas. A dificuldade com os cálculos e com a abstração não provém de um planejamento reducionista, mas da própria hegemonia teórica presente em grande parte das aulas devido às carências nas estruturas do espaço escolar e que, portanto, fragilizam a consolidação dos objetos de aprendizagem.

Da mesma forma, tal qual a questão exposta na figura 4.4, as outras questões foram respondidas conjuntamente com o auxílio dos colegas de sala e a mediação do professor.

Obviamente, antes da aplicação efetiva de quaisquer planos de conteúdo dos programas educacionais, o volume máximo da carga horária dos alunos, os requisitos para o nível de formação desses discentes, os requisitos para as condições de organização do processo educativo, e mais outros pontos, são amplamente levados em conta. Estabelecidos os parâmetros, e, mesmo com a flexibilidade do currículo, esses carecem de serem levados em consideração em todo momento para que as atividades não venham desvirtuar, dos objetivos previamente propostos.

Dessa forma, entende-se que, dependendo de qual seja o instrumento avaliativo adotado e com base em qual objetivo a avaliação é feita, necessita-se repensar essa avaliação, não como a classificação ou não do discente, mas do método do trabalho docente visto que, a prioridade está na competência e habilidade e não no método.

**Figura 4.5** – Alunos da EEEB Pedro Joaquim de Jesus, resolvendo questões da lista de exercícios.



**Fonte:** Próprio autor.

Então, o terceiro momento, figura 4.5, foi para a aplicação de exercícios complementares. A intenção foi, resguardadas as limitações desse instrumento, realizar monitoramento sistemático desse processo, visando a qualidade da aprendizagem, ou seja, do grau de conformidade dos resultados educacionais medidos, considerando, dentre outras variáveis, as condições para sua oferta e realização, bem como nas expectativas pessoais dos alunos no tocante ao seu domínio do conteúdo, visto que, retomando a premissa do estado de crença defendido por Dewey, cada indivíduo consolida sua aprendizagem com grande eficácia a partir da confirmação da teoria através da prática.

Logo, de posse desses resultados e com essa premissa, esse seria o momento mais oportuno de proscreever a aprendizagem baseada em abstração e propiciar a aprendizagem significativa baseada em experimentos, sejam mais sofisticados ou de baixo custo.

**Figura 4.6** – ALO, aluno da EMEF Aurélio Buarque de Holanda, em experimento de circuito elétrico com conversão de CC para CA.

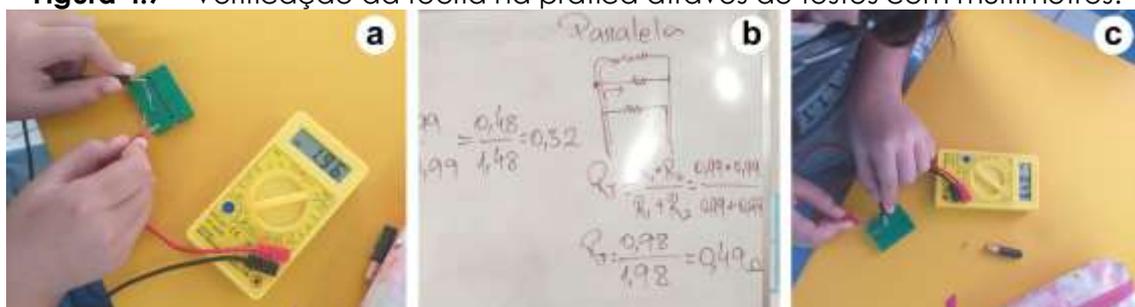


**Fonte:** Próprio autor.

E assim se deu o encerramento do terceiro momento. Ao final de nosso encontro, com um simples transformador de enrolamentos principal e secundário, com fios soldados aos seus terminais e uma pequena bateria, tipo AA, de 1,5 volt, foi realizado um experimento de circuito elétrico controlado, onde foram lançadas várias provocações sobre fontes e geradores de energia, transformação energética, circuitos elétricos, para pesquisa e posterior debate em sala de aula para os encontros seguintes.

Então, diante do exposto até o presente, foi tomado como ponto de partida para o quarto momento, a distribuição de kits para verificação, na prática, de resultados de alguns esquemas trabalhados inicialmente de forma teórica.

**Figura 4.7** – Verificação da teoria na prática através de testes com multímetros.



**Fonte:** Próprio autor.

Desde a mediação, perpassou-se pela teoria, exercícios com resistores de valores ideais etc. No entanto, o que está posto na parte **b** da figura 4.7 é entendido como mediação, ou seja, como a utilização de ferramentas de resultados reais para observar o problema empírico.

Desse modo, o quarto momento foi a mediação dialógica do que pode ser considerado o quiasmo dessa sequência didática. Os alunos tiveram a oportunidade de constatar as semelhanças e diferenças entre o aparato teórico conceitual e o que consiste nas situações reais verificadas na associação em série de resistores na ilustração **a** e em paralelo na ilustração **b** da figura 4.7.

Cada momento desse trabalho foi tratado iterativamente para que ficasse muito claro para os alunos a estrutura da sequência didática. Assim sendo, fazendo uso de todo aporte já adquirido até o momento,

sobretudo o quarto, a sequência didática chega na sua quinta fase em que os alunos montaram um circuito multiplicador de tensão, como mostram as figuras 4.8 e 4.9.

**Figura 4.8** – Alunos da EMEF Aurélio Buarque em montagem do circuito multiplicador de tensão.



**Fonte:** Próprio autor.

O conceito do circuito elétrico multiplicador de tensão, sua montagem, ganhos e resultados e outras informações estão dispostos no produto educacional, parte integrante dos anexos deste trabalho.

**Figura 4.9** – Alunos da EMEF Aurélio Buarque em montagem do circuito multiplicador de tensão.



**Fonte:** Próprio autor.

O produto educacional consiste em uma série de sequências didáticas com esquemas para procedimento de montagens, testes e análises que podem potencialmente servir como ferramenta metodológica para o estudo de circuitos elétricos que podem ser adotados no Ensino Fundamental e no ensino Médio.

## **5 Resultados e Discussões**

### **5.1 Algumas Considerações**

Os objetivos da educação perpassam por diretrizes que, não são, mas que norteiam os caminhos metodológicos para a incorporação de metas escolhidas através das práticas educacionais. Ao mesmo tempo, as necessidades imediatas também transcorrem por esses objetivos.

Outrossim, os mesmos enfatizam os valores sociais em erosão, as aspirações do indivíduo quanto à independência financeira, as expectativas pessoais, familiares e sociais, mais imediatas ou mais amplas quanto à formação profissional ou quaisquer reminiscências de expectativas pessoais ou coletivas.

Sejam quais forem os objetivos, a educação é a base para a sobrevivência de uma comunidade; uma ferramenta para melhorar o status social. A educação desenvolve a personalidade holística do indivíduo. Dessa forma, neste capítulo analisamos a aplicação da sequência didática planejada para este trabalho, bem como os relatórios produzidos a partir das análises pré e pós-aplicação do produto educacional.

### **5.2 Referencial para Localização**

Tem-se observado de forma mais intensa um grande movimento em direção à abertura de debates e pesquisas relacionadas à introdução de novos elementos que propiciem de maneira eficiente uma aprendizagem colaborativa e igualitária. A exemplo disso temos a BNCC que é posta como um elemento que visa acompanhar os processos sociais e tecnológicos que facilitam e otimizam as demandas da educação.

Entidades educacionais públicas e privadas têm feito uso das TICs – Tecnologia da Informação e Comunicação, visto que se tornaram indispensáveis ao processo de ensino e aprendizagem. Almeida (2005),

fala sobre a grande importância que tem as TICs para a aprendizagem colaborativa como uma rede de conhecimento visando contemplar todos os indivíduos no âmbito escolar:

O uso da TIC com vistas à criação de uma rede de conhecimentos favorece a democratização do acesso à informação, a troca de informações e experiências, a compreensão crítica da realidade e o desenvolvimento humano, social, cultural e educacional. Tudo isso poderá levar à criação de uma sociedade mais justa e igualitária. (ALMEIDA, 2005, p.71)

Como parte integrante da vida acadêmica do discente, o ingresso na universidade através do ENEM – Exame Nacional de Ensino Médio, tem sido alvo dessas entidades tanto pelas demandas atuais de cursos que são ofertados parcialmente ou totalmente online quanto pelo próprio ENEM que já é ofertado através das TICs.

Nessa corrida em busca de entender e atender o que é contemplado no currículo do ENEM acerca dos objetos de aprendizagem relacionados à Física, essas entidades se arriscam a propor hierarquicamente qual a localização desses temas, especificamente à eletricidade e circuitos elétricos.

Vale salientar que muitas parecem não se importar sequer com as fontes, visto que elencam os temas sem apresentar as bases de dados que às levaram à tal classificação. Nessas, grande parte concorda que a eletricidade e circuitos elétricos ficam em terceiro lugar no ranking de ocorrências no ENEM, no entanto, por não se apresentarem bem fundamentadas, aqui não estão alocadas.

Contudo, parece existir uma tendência para a Eletricidade se destacar entre os temas mais recorrentes quando analisamos outras entidades que apresentam como base de dados as avaliações anteriores do ENEM, como verifica-se no sítio do Geek Games, Tabela 5.1, que propõe uma ordem classificatória através de levantamento feito com provas desde 2009 até o mais recente concurso.

**Tabela 5.1** – Assuntos de Física mais recorrentes no Enem.

Nº	OBJETO DE APRENDIZAGEM	%
1	Mecânica	30,3
2	Eletricidade e Energia	20,6
3	Ondulatória	19
4	Termodinâmica	17,1
5	Óptica geométrica	9

**Fonte:** [geekiegames.geekie.com.br](http://geekiegames.geekie.com.br) – Acesso em: 11/10/2021

Outros portais propõem de forma mais detalhada os objetos de aprendizagem de Física, como podemos ver na Tabela 5.2.

**Tabela 5.2** – Assuntos de Física mais cobrados no Enem.

Nº	OBJETO DE APRENDIZAGEM	%
1	Acústica	11
2	Energia, trabalho e potência	8,2
3	Resistores	8,2
4	Calorimetria	5,5
5	Impulso, quantidade de movimento e análise dimensional	5,5
6	Introdução à óptica geométrica	5,5
7	Atrito e movimento circular	4,1
8	Forças magnéticas, indução e fluxo	4,1
9	Gases	4,1
10	Geradores, receptores, capacitores e leis de Kirchhoff	4,1
11	Interferência	4,1
12	Refração e lentes	4,1
13	Equilíbrio	2,7
14	Hidrostatica	2,7
15	Movimento circular	2,7
16	Mudanças de estado	2,7
17	Ondas periódicas	2,7
18	Análise gráfica de espaço, velocidade e aceleração	1,4
19	Cinemática vetorial	1,4
20	Gravitação universal	1,4
21	Introdução à eletrodinâmica	1,4
22	Lançamento oblíquo no vácuo	1,4
23	Magnetismo e suas interações	1,4
24	Movimento harmônico simples (MHS)	1,4
25	Movimentos retilíneos	1,4
26	Ondulatória	1,4
27	Propagação de calor	1,4
28	Reflexão da luz	1,4

**Fonte:** [guiadoestudante.abril.com.br/](http://guiadoestudante.abril.com.br/) – Acesso em: 11/10/2021

Contudo, alguns pontos precisam ser considerados:

- Apesar da aparente precisão de dados nos níveis de porcentagem distribuídos na Tabela 5.2 divulgada no sítio do Guia do Estudante, é fácil

verificar que se trata de uma conta que não fecha em 100%, o que compromete a proposta de sua análise;

- Definitivamente, é complexo expressar, em níveis percentuais, a presença de temas em questões contextualizadas, ou seja, que não delimitam com absoluta precisão o início e término desse ou daquele objeto de aprendizagem. É, portanto, algo altamente subjetivo;
- Apesar da ampla presença e inegáveis contribuições das TICs no processo educacional, não podemos achar que essas, mesmo com recursos, por exemplo, de simuladores, possuem em si mesmas a capacidade de substituir ou se igualar a experimentação. Haja a vista que a própria proposta dos simuladores é ter como ponto máximo apenas uma aproximação da realidade. E como exemplo da necessidade de experimentação em aulas de física, mesmo em cursos que possuem como proposta a educação à distância, como foi o caso da licenciatura em ensino de Física ofertado pela UFAL em 2007, as aulas de experimentação de circuitos elétricos sempre fizeram parte do currículo em seus laboratórios.

Com o resultado dessa pesquisa foi possível reforçar ainda mais a ideia de que outros elementos podem ser inseridos, mediante a necessidade, para auxiliar na consolidação da aprendizagem significativa. O uso de experimentos como ferramenta didática para facilitar a compreensão de temas relacionados à Física atua como uma alternativa bastante eficiente.

### **5.3 O Professor Como Facilitador**

O professor necessita se reconhecer nesse processo e ter uma visão holística do valor da sua profissão e atuação, ou seja, entender qual o significado de ser educador, sua relevância no processo educacional e de que forma o seu trabalho atinge os mais diferentes níveis socioculturais da coletividade.

Uma das principais dificuldades para se aprender Física é a falta do conhecer a interligação entre os fenômenos naturais à vida cotidiana do aluno, ficando o dissabor entre ele e a disciplina.

Contudo, se o docente assume a postura de entusiasta e oferece ao aluno algo mais do que apenas o recurso da abstração, a disciplina passa a ter mais sentido e passa a ser mais atrativa. Conseqüentemente, haverá ganho na aprendizagem.

Para que efetivamente o professor consiga acompanhar a dinâmica a qual o processo de ensino e aprendizagem está inserido é imprescindível que ele busque continuidade em sua formação. Certamente poderá perceber essa necessidade quando verificar que o que ele leva para a sala de aula já não é novidade para seus alunos.

Mercado (2007, p. 39) afirma que "o processo de formação continuada é condição fundamental para [...] construir conhecimentos [...] e [...] integrá-lo na [...] prática pedagógica".

Não sendo dessa forma, a relutância resultará em receio de entrar naquela determinada turma ou, de um modo geral, até mesmo desenvolver a insatisfação pelo trabalho e a desmotivação. E isso, não é caso raro de se observar pois, frequentemente, a desmotivação vem tomando corpo na vida do profissional docente e isso vem trazendo prejuízos tanto na perspectiva profissional, de maneira a não atingir o máximo da produtividade em seu trabalho, quanto numa visão intrínseca, quando a insatisfação permeia seu cotidiano e isso o impele para uma condição de problemas de relações pessoal e interpessoal.

Portanto, para se trabalhar experimentos o professor tem que gostar. Tem que se ver como amante e entusiasta do que faz e, obviamente, ter em si as competências e habilidades que quer desenvolver no aluno.

## 5.4 Articulando Saberes

Consolidado o entendimento de que a experimentação é elemento indispensável a aprendizagem do indivíduo, vamos observar de maneira mais efetiva como se deu a experiência na escola onde foi local de aplicação do produto educacional.

Na Escola Aurélio Buarque de Holanda, nosso campo de estudo especificamente dos alunos dos 9º anos, que compreende as turmas de **A** à **E**, distribuídas conforme a tabela 5.3, o produto educacional foi aplicado entre os dias 2 e 30 do mês de agosto deste ano de 2021 e em duas frentes, visto que as turmas estavam divididas em dois grupos: ímpares e pares. Ou seja, ainda não estavam frequentando a escola de forma unânime. Isso acarretou pontos positivos e negativos. A vantagem foi de poder assistir melhor os alunos por estar com 50% da turma em cada momento. Como ponto negativo pode-se apontar a demanda de tempo que foi maior do que a planejada, pois como na semana seguinte era outro grupo que estava presente na escola a sequência didática tinha que ser repetida.

**Tabela 5.3** – Matrícula das turmas de 9º anos para o ano letivo de 2021.

<b>Turma</b>	<b>Quantidade de aluno</b>	Turno
9ªA	23 alunos	<b>Matutino</b>
9ªB	21 alunos	
9ªC	27 alunos	<b>Vespertino</b>
9ªD	21 alunos	
9ªE	20 alunos	
<b>Total</b>	<b>112 alunos</b>	

**Fonte:** Secretaria da EMEF Aurélio Buarque de Holanda

Das turmas de **A** à **E**, a que mostrou melhor desenvoltura durante as etapas das atividades foi a **B**, tanto na parte de conteúdo quanto na execução das práticas. É importante mencionar que não houve turma de controle, ou seja, todas as etapas foram executadas em todas as turmas, sem exceções.

Na Escola Estadual de Educação Básica Pedro Joaquim de Jesus, unidade de ensino onde foi trabalhado o objeto de aprendizagem com as turmas de 3º anos, distribuídas de acordo com a Tabela 5.4, a

sequência didática foi aplicada com maior detalhamento no que se refere aos dispositivos semicondutores, já no ano de 2019. Contudo, os registros fotográficos realizados naquele ano foram perdidos pois estavam na memória interna do dispositivo móvel, um smartphone que estava sendo usado nas aulas remotas durante o período mais crítico da pandemia o qual não suportou a sobrecarga.

Então, os arquivos foram perdidos e novos registros foram iniciados após o retorno das turmas de 2021.

**Tabela 5.4** – Matrícula das turmas de 9 anos para o ano letivo de 2021.

<b>Turma</b>	<b>Quantidade de aluno</b>	Turno
3M01-ER	41 alunos	<b>Matutino</b>
3M02-ER	44 alunos	
3M03-ER	46 alunos	
3M04-ER	46 alunos	
<b>Total</b>	<b>177 alunos</b>	

**Fonte:** Secretaria da EMEF Aurélio Buarque de Holanda

Contudo, até o momento da conclusão desse trabalho de dissertação, as atividades práticas para o ano de 2021 ainda não tinham sido concluídas, portanto, os registros que serão aqui detalhados referem-se à aplicação do produto na Escola Aurélio Buarque, visto que são dados completos.

Importa lembrar que a utilização de experimentos nas aulas de circuitos elétricos não é algo novo, ou seja, a vivência no IFAL (antiga ETFAL – Escola Técnica Federal de Alagoas) trouxe essa clareza de que aulas com experimentos nos remete a uma aprendizagem holística desse tema tão instigante. Da mesma forma, a confirmação dessa metodologia foi reforçada por ocasião das aulas de experimentação ministradas nos laboratórios da UFAL durante o curso de graduação. Então, o sentimento que move a essência desse trabalho vem dessas vivências e da vontade da partilha dessas experiências com alunos de nossa comunidade tanto para os que possivelmente poderão frequentar a escola técnica por incentivo no ensino Fundamental, quanto para os que já cursam o Ensino Médio ou para o que ainda estão no Ensino Fundamental, mas que não tiveram essa oportunidade.

De qualquer forma, a educação científica fica evidenciada e a Física é contemplada. Assim, a Sequência Didática para a tarefa referente aos temas foi acrescida do uso de amplificadores operacionais cuja estrutura é a forma que segue.

#### **5.4.1 As explicações**

Como cada ano é uma nova clientela, são novas descobertas tanto para eles como também pessoais, pois com eles sempre aprendemos algo. Além disso, a beleza da educação está na forma dinâmica como tudo acontece. Jamais um plano de aula deve ser engessado, pois a educação acompanha as mudanças que ocorrem no mundo e esse dinamismo é a todo momento.

Para os alunos da Escola Aurélio a intenção era de observação ao trabalho dos componentes, como no caso dos resistores associados, bem como do AmpOp555 em operação e pensando em algumas de suas aplicações para o dia a dia. Além do estudo das associações de resistores, objetivava-se o estudo dos capacitores e o trabalho de amplificação da tensão de saída no AmpOp555. As primeiras explicações ocorreram no segundo dia de agosto com os Conceitos de eletricidade e exercícios realizados no quadro.

#### **5.4.2 Exercícios Pré oficinas**

Se pensarmos em outra maneira de destacarmos a importância de termos em nós as competências e habilidades que queremos desenvolver em nossos alunos, esse exemplo seria o de deixar claro que o que se aprende, seja na educação básica ou no ensino superior, não é de maneira simplista “tirar nota para passar de ano”. Nossa vivência como aluno, seja na escola ou na academia, representa a construção da consciência sociocultural, da carreira acadêmica e profissional, ou seja, cabe ao egresso validar tudo o que lhe foi proposto no âmbito escolar acadêmico através do exercício de sua carreira profissional.

Para ser mais específico, tendo por referência às primeiras menções dos tópicos de aula que são determinados pela BNCC e que

as competências e habilidades por ela elencadas representam, pelo menos é o que se entende, tomemos por exemplo o que vimos nas disciplinas da graduação Organização do Trabalho Acadêmico e Metodologia do Trabalho Acadêmico e Profissional quando das necessidades do alunado em sua formação, seus interesses, suas aspirações. Ali, é visto que a hora de aula é uma forma de organizar o processo de comunicação direta entre o professor e os alunos, em que podem ser levantados e resolvidos importantes problemas sociais, morais e éticos. Podem ocorrer através de: conversas, discussões, jogos, competições, caminhadas, excursões, ações comunitárias, atos públicos, atividades artísticas e estéticas, treinamentos, experimentos, exercícios diagnósticos, dentre outros.

No MNPEF, essas abordagens também são contempladas em disciplinas como: Acompanhamento da Implementação do Produto Educacional, Processos e Sequências de Ensino e Aprendizagem em Física no Ensino Médio, Atividades Computacionais para o Ensino Médio e Fundamental etc.

Então, partindo das provocações feitas na seção 4.4.1.1, acerca do baixo desempenho do Brasil no PISA 2018, sua colocação no Ranking mundial, a importância da componente curricular de Ciências, os objetos de conhecimento destacados na habilidade (EF08CI02) da BNCC, quanto à Primeira Lei de Ohm, Conceitos Preliminares de Circuitos Elétricos e por já ter sido oportunizado a resolução de exercícios em sala de aula, inclusive com alunos executando a resolução de questões no quadro, para números ímpares no dia 2 de agosto e para números pares no dia 9 de agosto, ver figura 4.4, foi realizado um exercício para verificação das aprendizagens, ver figura 4.5, para os ímpares no dia 3 e para os pares no dia 10 de agosto.

### **5.4.3 Sobre o Exercício Pré**

Para a execução do exercício aplicado antes das oficinas foram tomados como aporte a PROPOSIÇÃO DE CONTINUUM CURRICULAR

2020/2021, presente no Anexo A. Essa é uma proposta da SEMEC – Secretaria Municipal de Educação e Cultura de Teotônio Vilela, para tentar remendar a ementa de 2021 com o que não foi abordado nas aulas do ano letivo de 2020. Também serviu como aporte o livro CIÊNCIAS NATURAIS: APRENDENDO COM O COTIDIANO de Eduardo Leite do Canto e Laura Celloto Canto, um volume da Editora Moderna, São Paulo, na sua 6ª edição publicada em 2018 e destinado ao 9º ano do Ensino Fundamental. A partir desses referenciais foi construída a Sequência Didática planejada para os objetos de aprendizagem dos Conceitos Preliminares da Eletrodinâmica, Primeira Lei de Ohm e Circuitos Elétricos, Potência elétrica, previsto para a terceira unidade letiva. Nessa Sequência Didática consta o referido exercício para verificação das aprendizagens que pode ser observado no Apêndice A desse trabalho.

Os resultados do aproveitamento de cada turma estão ilustrados na Tabela 5.5.

**Tabela 5.5** – Percentual de acerto por questão referente ao exercício antes das oficinas.

Questão	Item	Matutino		Vespertino		
		Turma		Turma		
		A	B	C	D	E
1º	a	70%	90%	52%	86%	80%
	b	39%	52%	30%	48%	45%
2º	a	35%	38%	22%	43%	35%
	b	22%	24%	15%	19%	25%
3º	a	22%	29%	15%	24%	20%
	b	17%	24%	11%	24%	20%
	c	0%	0%	0%	0%	0%
4º		4%	14%	4%	10%	10%
5º	a	4%	5%	0%	5%	0%
	b	0%	0%	0%	0%	0%

**Fonte:** Próprio autor

Durante a aplicação do referido exercício foi buscado ao máximo evitar inferências objetivando que a resolução fosse oriunda somente dos momentos que antecederam sua execução.

Enquanto as questões tratavam apenas da associação série, expostas com esquema elétrico, como é o caso do item **a** da primeira

questão, a maioria das turmas alcançou bons resultados, exceto a turma C, que foi uma turma que no geral, apresentou baixo desempenho em todas as atividades, inclusive, a desmotivação dessa turma foi comentário de colegas em outras componentes curriculares.

No item **b**, da questão **1**, muitos alunos concluíram parcialmente. Houve dúvida pelo fato de ter que executar o cálculo por três etapas. Não pareceu claro o entendimento que “em cada resistor” seria necessário contas individuais. Como a tarefa exigia os três cálculos, só foi registrado quem concluiu por completo. Contudo, é importante ressaltar que, em situações cotidianas, é feito o cômputo parcial de cada situação.

A questão **2** cobrou muito da abstração deles. Foi verificado que a falta de esquema elétrico dificultou a compreensão. Ouvi falas do tipo: “Professor, tem não como fazer um desenho no quadro?”. Outro ponto importante a ser destacado é que, mesmo tendo sido comentado e revisado, eles tiveram bastante dificuldade em converter as unidades de medida em seus múltiplos e submúltiplos. Enquanto alguns perguntavam: “Professor, qual o valor do **m** antes do **W**?”, não era raro ouvir outros perguntando o que significava o **W**.

Para a questão **3** evidenciou-se a grande dificuldade em saber se mantendo a tensão elétrica e variando a resistência através da mudança de posição da chave **Ch** se aumenta ou não a potência dissipada. Essa foi uma questão que uma dica sobre “O que seria mais cômodo para o inverno: banho mais quente ou mais frio?” ajudou a compreensão contextual e a responder a proposição **a**, entretanto, apontar no circuito a posição da chave para resultar na resposta mais viável foi a maior dificuldade verificada. Como as demais proposições careciam do entendimento e resposta da proposição anterior, o resultado foi quase que proporcional. Algo facilmente verificável é que a aprendizagem se mostra fragmenta ou dissociada de contextos. A proposição **c** dessa 3ª questão cobrava deles o domínio do cálculo algébrico, contudo, não houve resposta conclusiva.

Resolver a associação paralela seguida de uma série foi algo relativamente tranquilo na questão 4. Então, entende-se que determinar resistência equivalente em associação mista eles dão conta. No entanto, aplicar a Primeira Lei de Ohm até descobrir o valor na parte de divisor de corrente no circuito ainda não pareceu ser tarefa fácil.

#### **5.4.4 Os Kits de Montagem**

Do ponto de vista da aprendizagem, a etapa com o exercício teórico serviu para, além de outros pontos, evidenciar algumas dificuldades das turmas com interpretação dos problemas, conhecimento e domínio de unidades de medidas, manuseio do cálculo algébrico etc.

Da mesma forma, ficou evidenciada a necessidade de se debruçar por um pouco mais de tempo e de abordagem no objeto de aprendizagem, pois poderia parecer não muito eficaz executar as mesmas abordagens. Parafraseando o que se diz por aí atribuindo-se a Einstein, não seria sensato querer melhores resultados fazendo as mesmas coisas.

Lembrando do quiasmo aqui citado, é a ampliação da experiência que uma pessoa adquiriu ao longo da vida, que vai refletir num conjunto acumulado de comportamentos aprendidos que formarão o caráter do indivíduo e seu agir como cidadão.

A direção ensino-comportamental trata das ações humanas abertas (acessíveis à observação direta), como derivados de sua experiência de vida. Dessa forma, a abordagem teórica foi ampliada e evoluiu através da prática com o uso dos circuitos dispostos nos kits de montagem em protoboard e são discutidos a seguir.

#### **5.4.4.3 Oficinas com Circuitos Integrado 555 [no modo Astável]**

Essa etapa da atividade representou o ponto mais alto dos fundamentos que nortearam esse trabalho. A oficina com dispositivos semicondutores foi muito esperada, pois era a compilação dos momentos de discussão, da apresentação dos objetos de

aprendizagem, dos cálculos, do manuseio do protoboard, das montagens e testes realizados com os circuitos elétricos etc.

Contudo, antes mesmo de compartilharmos da satisfação dessa experiência na sala com os alunos, vamos conhecer um pouco mais desse versátil amplificador operacional.

O circuito Ne555 é um dispositivo construído a base de plástico no invólucro de sua estrutura com um núcleo de silício dopado por ligação covalente. É usado em uma variedade de aplicações de temporizador<sup>5</sup>, geração de pulso e oscilador<sup>6</sup>. Ele pode ser usado para fornecer atrasos de tempo como osciladores e elementos de gatilho.

Aqui, abrimos um pequeno parêntese para mencionar a razão do subtítulo "astável." Basicamente, e bem basicamente mesmo, o circuito integrado NE555 possui dois módulos de trabalho: monoestável e astável.

Para entender o que são esses termos, vamos abordar primeiro o modo de operação monoastável. Esse é o modo operacional quando o NE555 é utilizado como um temporizador ou timer, como é mais conhecido. Isso implica dizer que quando esse modo é acionado ele permanece durante um certo tempo até voltar para o modo de standby. A variação no tempo de operação vai depender do valor de resistência e capacitância utilizado no circuito onde o mesmo é aplicado.

Outro exemplo de aplicação do NE555 é o modo astável ou módulo oscilador. Nessa configuração, o CI vai emitir pulsos que, como foi citado, converte corrente contínua em corrente alternada.

Quanto à sua estrutura, observemos a figura 5.1. Ela apresenta o modo discreto, ou seja, os módulos de funcionamento do 555 com os componentes internos representados por componentes em escala macro para que possamos compreender melhor sua nanoestrutura.

---

<sup>5</sup> Um dispositivo que, após um determinado período, liga ou desliga automaticamente uma máquina, aparelho, dispositivo para fins industriais ou domésticos e (ou) sinaliza o início do momento de ligá-lo ou desligá-lo.

<sup>6</sup> Em eletrônica, o circuito oscilador converte a corrente contínua em corrente alternada de alta frequência, isso é chamado oscilação.

**Figura 5.1** – CI 555 montado com componentes discretos.



**Fonte:** <http://endigital.orgfree.com/sequencial/555discretok.jpg>.

A aparência real desse dispositivo pode ser vista na figura 3.18, desse trabalho.

Sobre o funcionamento de seus terminais, a tabela 5.6 apresenta um resumo de suas principais funções. Entretanto, nem todas as aplicações irão requerer a utilização de todos os terminais.

**Tabela 5.6** – Nome e resumo das principais funções dos terminais de NE555.

Terminal	Nome	Função
1	GND	$V_0$
2	TRIG	<b>Disparador.</b> Um intervalo de temporização inicia quando a entrada neste pino cai <b>abaixo</b> de $\frac{1}{2}$ do valor em CTRL ( <b>1/3 de VCC</b> , se CTRL não estiver sendo usado). Isto faz o valor em OUT ser ALTO. O valor ALTO em OUT será mantido enquanto este pino estiver com tensão baixa.
3	OUT	<b>Saída.</b> O valor de saída, que pode ser nível lógico ALTO (até 1.7 V abaixo de <b>+VCC</b> ) ou BAIXO (igual a GND).
4	RESET	<b>Reset.</b> Reinicia o intervalo se ligado em GND. Um novo intervalo só inicia novamente se RESET tiver uma tensão de no mínimo 0,7V.
5	CTRL	<b>Tensão de controle.</b> Permite estabelecer a <b>tensão de referência</b> usada para disparar e limitar o temporizador. Normalmente este pino não é usado (e deve ser conectado ao GND através de um capacitor de 10nF), e neste caso a tensão de referência será sempre de $\frac{2}{3}$ de VCC.
6	THR	<b>Limite.</b> Quando o nível de tensão aqui for <b>maior</b> que em CTRL ( <b>2/3 de VCC</b> ), o valor em OUT será reduzido para zero, terminando o ciclo.

<b>7</b>	DIS	<b>Chave de descarga.</b> O pino é ligado temporariamente à GND entre cada intervalo de temporização. Um capacitor conectado aqui será descarregado entre intervalos. O início de novo ciclo fecha a chave que só abre novamente quando o próximo intervalo terminar (quando a tensão em OUT tiver nível lógico BAIXO).
<b>8</b>	V <sub>CC</sub>	<b>Fonte de tensão</b> entre +3 e +15V para alimentar o CI 555.

**Fonte:** <http://endigital.orgfree.com/sequencial/CI555.htm>

Os dias 16 de agosto, para os números ímpares e, 23 do mesmo mês, para os números pares, ficaram marcados pelo uso do NE555 em uma aplicação astável. Foi entregue o kit exposto no apêndice B desse trabalho, onde aconteceu uma breve apresentação do significado de cada terminal e quais os componentes que seriam utilizados para a montagem do circuito. Nessa oportunidade, apesar de ser redundante e de possuir os devidos componentes, proposto um problema para que eles discutissem uma possível solução: precisaríamos de dois resistores de 500Ω para associar em série, o que eles dariam como solução? A observação é que dispúnhamos de resistores de 1KΩ e 10KΩ. Foi muito gratificante, pois o problema foi solucionado.

Devido ao curto tempo de 50min por aula, não foi possível propor outras situações visto que o roteiro se ajustava bem às tarefas para que os alunos pudessem se familiarizar com as ferramentas e executassem a atividade da oficina. É importante ressaltar que essa apresentação foi feita para todas as turmas, cada uma em seu horário. Não houve por bem darmos minuciosos detalhes dos componentes visto que alguns já eram conhecidos pelos alunos quando foram utilizados em aulas anteriores, como da Estrutura da Matéria, justamente prevendo a necessidade de se deter mais à montagem e testes nos circuitos. Isso facilitou consideravelmente a parte teórica.

O conceito do circuito elétrico multiplicador de tensão, foi aplicado na Escola de Ensino Médio Pedro Joaquim de Jesus. Na Escola Aurélio Buarque, preferiu-se usar circuito NE555 atuando como um *LED Flasher*, um circuito pisca-pisca simples atuando em módulo de função astável, onde os diodos emissores de luz alternavam seu brilho durante a execução. O

tempo durante o qual o LED permanece aceso poderia ser definido de forma diferente, alterando a resistência e a capacitância no circuito.

**Figura 5.2** – Aluna da EMEF Aurélio Buarque em montagem do Circuito LED Flasher (pisca-pisca em módulo de função astável).



**Fonte:** Próprio autor.

No exemplo da figura 5.2, a aluna utiliza o esquema e as instruções que eram dadas no momento da atividade, montou o seu circuito e ainda ajudou outros colegas na tarefa.

Nem sempre ocorreu de todos acompanharem a construção ou montagem do circuito. Acredito que pela falta de prática com esse tipo de atividade visto que tinham que manusear o multímetro para fazer as verificações dos valores nas associações série e paralelo de resistores. De lidar com o protoboard, em geral a manipulação com componentes reais era tudo muito novo, pois agora não se tratava de conhecer, mas de construir e executar os esquemas elétricos.

Apesar de alguns não conseguirem completar a tarefa, cerca de 70% do todo realizou as etapas com sucesso. O tempo verdadeiramente não foi um aliado.

Ao término da sequência didática, nenhum aluno considerou que a atividade não valia a pena. Isso mostra que se fugirmos de uma proposta de trabalho “engessada” pelo tempo e trouxermos “novidades” que acompanham a realidade dos alunos o processo de

ensino e aprendizagem se tornará além de mais interessante, mais eficiente e prazeroso.

Ao se chegar no momento para autoavaliação da participação na atividade nem todos fizeram uso desse espaço, contudo, os que demonstraram maior fluidez durante todo o processo fizeram comentários relativamente semelhantes, mas altamente significativos:

*“Eu achei interessante o trabalho que eu fiz, porque eu consegui montar o que eu não pensava que conseguia.”*

*“Eu gostei. Além de ser divertido é interessante.”*

*“Eu gostei de montar, mas eles sempre ficam feios.”*

Por fim, outros destacavam cada vez mais que uma atividade lúdica tem impacto positivo no processo de ensino e aprendizagem:

*“Na verdade, achei muito diferente, pois é uma forma criativa de incentivo sobre o assunto. Eu gostei de ter feito um trabalho com explicações diferentes e com forma criativas.”*

*“Eu gostei de estudar assim, testando pra ver se dava o mesmo valor.”*

*“Foi bom saber que o que estudo pode ser testado, mas o meu só picou um. Queria ter feito tudo, mas gostei.”*

A educação é um processo que dura a vida toda. Não é em um paradigma isolado que devemos atribuir todas as virtudes de formação intelectual, sociocultural e de caráter. Não há idade ou limite para aprender em ambas as vias, pois a educação é um processo de mão dupla.

Foi de importante valor fazer essa pesquisa e sua aplicação se mostrou viável e potencialmente satisfatória.

Com a facilidade do acesso à informação no mundo globalizado, as crianças e jovens chegam à sala de aula com perguntas que muitas vezes extrapolam os conteúdos tradicionais e levam os professores a reavaliar quais conhecimentos devem ser estudados.

É o que ressalta Veiga-Neto (2012) quando fala sobre quais os desafios para a construção de um currículo inovador que apresente as condições mais elementares e contemple de forma significativa o respeito à diversidade e a heterogeneidade tanto de alunos como de educadores e que isso tenha valor para todo o território nacional:

Os principais desafios para a construção hoje de um currículo escolar eu penso que podemos colocar em dois eixos: um dos eixos é justamente poder pensar, planejar e executar um currículo que acompanhe minimamente essas rápidas e gerais transformações que estão ocorrendo hoje no mundo contemporâneo. E num segundo eixo eu penso que nós podemos colocar um grupo de problemas que é justamente lidar com a heterogeneidade imensa não só da sociedade de uma maneira mais ampla, mas uma heterogeneidade também na formação de professores, no perfil de cada região num país tão díspares e tão heterogêneo como é o Brasil. (VEIGA-NETO, Salto para o Futuro, 2012).

Há de se pensar também em como esse currículo pode ser implementado no cotidiano do aluno, ou seja, quais as metodologias para uma efetiva aplicação desses novos saberes. Lopes (2012) considera que escola é um espaço de multiplicidade, de diferença, de diversidade. Esse por si só já é um primeiro desafio para a questão do currículo escolar. Um outro desafio é como trabalhar tentando articular campos disciplinares de diferentes campos de saberes com as questões relacionadas ao cotidiano da escola. Isso corrobora com as afirmações de Barretto (2012) quando destaca que os desafios para a construção do currículo escolar devem ocorrer de uma maneira plena e que possa ir muito além de testar a eficiência do modelo atual:

O principal desafio para a construção do currículo escolar tem a ver com a melhoria da qualidade de ensino. Essa qualidade, não medida simplesmente em torno de eficiência e eficácia, mas uma qualidade que leve em conta a possibilidade de desenvolvimento do indivíduo mais plenamente de uma

participação mais ativa e plena na sociedade. (BARRETTO, Salto para o Futuro, 2012).

Se pensarmos que para ter uma melhoria na qualidade de ensino é necessário também pensar um novo currículo, devemos, da mesma forma, considerar se já não é o momento de fazer uma inserção das tecnologias dentro do ambiente escolar visto que essa já é uma realidade em diversas partes em todo o território nacional, onde o uso do computador e de outras tecnologias compõem esse novo contexto.

Contudo, é necessário ser pragmático em querer pensar um currículo comprometido com a formação de cidadãos críticos, autônomos e criativos. Essa postura para o educador deve ser imprescindível, visto que se precisa conhecer quais mecanismos legais dispomos para que haja uma efetiva aplicação desses novos saberes e, além disso, deve-se ter a consciência de que para que esse currículo aconteça de forma eficaz a gestão democrática deve ser fator primordial pois sem ela não se pode negociar, pois nem sempre os gestores e os próprios discentes participam desse processo como agentes facilitadores.

Sobre isso, Saviani (2012) fala que:

O principal desafio do âmbito do currículo está em garantir aos professores igualdade de condições na negociação curricular. Porque o currículo é sempre negociado desde a sua elaboração no plano macro, das Diretrizes Curriculares, da Legislação maior passando pelas secretarias etc [...] até a da sala de aula. É do processo pedagógico propriamente dito. (SAVIANI, Salto para o Futuro, 2012).

Então, o que se percebe é a necessidade de revitalizar o currículo atual e, a partir dessa revisão, traçar o desenvolvimento de novos caminhos para esse, buscando reconhecer as diferentes visões de mundo, com o objetivo de obter diferentes elementos que subsidiem uma melhor prática docente com a utilização de novos recursos disponíveis nas diversas ferramentas de educação.

## 6 Considerações Finais

No globo da morte as ocorrências geram frequência porque o movimento é cíclico e o deslocamento é sempre o mesmo. Entretanto, isso não garante que sejam em tudo iguais pois as evoluções descritas pelo piloto não seguem com garantia a mesma trajetória. Isso torna-se ainda mais complexo se fizermos uma transposição desse “globo” em comparação com o Universo pois é um “globo” em expansão.

Versando da mesma forma que iniciamos, terçamos indulto pela analogia, mas acreditamos que a educação perpassa pelas mesmas questões. Não podemos tratar a educação, a escola como algo estático, engessado, mas dinâmico e lugar de debate e debate em constante expansão.

A escola deve fornecer orientação educacional e profissional ao discente para atender às suas necessidades futuras. A educação deve ajudar ao discente a conhecer e desenvolver as suas potencialidades, orientando-o a escolher o curso adequado em conformidade e ajudando-o a seguir uma carreira que seja útil para a sociedade e para si mesmo desde tenra idade. Visa dar ao sujeito um status estável e dignidade na sociedade e atender às suas necessidades diárias.

A escola necessita fomentar o processo de interação docente-discente-sociedade garantindo a integração dos locais de aprendizagem e realidade quotidiana do aluno.

Nesse sentido, através da utilização de uma sequência didática de ensino este trabalho tratou do objeto de aprendizagem circuito elétrico aportado nas competências e habilidades da BNCC.

Conscientes de que nenhuma metodologia de ensino define as tarefas educacionais a ponto que, por si só, atingirão a unanimidade da aprendizagem, mesmo assim, a sequência didática mostrou-se com relevante potencial no que confere ao que se propôs.

Logicamente, algumas dificuldades podem ser apontadas. Toda disciplina é importante e tem o seu lugar, entretanto, a disciplina de Física ainda sofre por ter sua cadeira muitas vezes ocupada por profissionais de outras formações como, Ciência, Química, Matemática, Engenharia dentre outras.

Outra dificuldade importante de ser destacada na execução desse trabalho, é que mesmo vivendo na era moderna da ciência, algumas propostas para se trabalhar com materiais de baixo-custo têm sido bastante viáveis, contudo, muitas situações que transpõem os muros da escola têm feito o professor trabalhar com esses materiais em caráter compulsório ou de improviso, mesmo com o avanço da ciência e tecnologia na educação mundial e esses e outros fatos costumam contribuir para o baixo desenvolvimento da educação científica nacional colocando o país nos últimos lugares do ranking internacional.

Ao mesmo tempo, outra dificuldade encontrada foi em certas tarefas onde se necessitava de uma base matemática individual mais estrita, o desempenho de muitos discentes não se apresentava satisfatório.

Contrapondo-se a todas essas adversidades, as concepções pesquisadas e utilizadas por Dewey e, neste trabalho, por nós, demonstraram vasta potencialidade.

Um destaque importantíssimo é que a mediação durante a aplicação do produto alcançou vários níveis e, com alguma eficácia, harmonizou questões teóricas e práticas de forma pragmática, sobretudo quando foi constatado que muitos discentes vieram a ter consolidada a compreensão dos objetos de aprendizagem por ocasião das oficinas.

Portanto, conceitos teóricos e abordagens práticas e concretas são entendidos como ferramentas utilizadas para abordar o mesmo problema empírico. Esta compreensão da reflexão implica que o

desenvolvimento e a aprendizagem não se movem rigorosamente da teoria para a prática, mas que podem tomar como ponto de partida a prática para a compreensão da teoria, ou seja, trata-se de um processo de trabalho dialético.

Outro marco importante desse trabalho que buscou trazer a Física para o cotidiano dos alunos foi propor o desenvolvimento de seus próprios esquemas elétricos para construções futuras. Acreditamos que essa é uma forma também bastante útil para tornar o trabalho mais dinâmico e interessante ao alunado e contagiando até mesmo os outros professores.

Nesse contexto, o uso de experimentos para a aprendizagem de circuitos elétricos, sobretudo com os amplificadores operacionais, desempenha um papel bastante relevante na educação assim como também propõem novos paradigmas educacionais, não como algo engessado, mas como parte de uma grande composição.

## Referências Bibliográficas

[FREIRE, P. 1980] **Conscientização**: teoria e prática da liberação. 3. ed. São Paulo: Moraes, 1980.

[DEWEY, J. 1919] Reconstrução em Filosofia. Título original: **Reconstruction in Philosophy (1919)** Autor: John Dewey Tradução de Marsely De Marco Martins Dantas. Ícone Editora LTDA, São Paulo, Brasil. 2011.

SILVA, C. M. da.: **Politécnicos ou matemáticos? História, Ciências, Saúde** – Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 891-908, out.-dez. 2006.

Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/hcsm/a/9Xc5WH7vrkPpGcXjBvcYX7b/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em março de 2020.

RODRIGUES, C. T.: **Teoria Geral e Filosofia do Direito**. Edição 1, Abril de 2017. Disponível em:

<<https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/58/edicao-1/peirce,-charles-sanders>>. Acesso em ABRIL de 2020.

XAVIER, L. N. **Pragmatismo e desenvolvimentismo no pensamento educacional brasileiro dos anos de 1950/1960**. Revista Brasileira de Educação v. 11 n. 31 jan./abr. 2006. Disponível em:

<<https://www.redalyc.org/pdf/275/27503108.pdf>>. Acesso em março de 2020.

MATOS, M. A. **O Behaviorismo Metodológico e Suas Relações com o Mentalismo e o Behaviorismo Radical**. Dept. Psicologia. USP. São Paulo 1995. Disponível em:

<<https://itrcampinas.com.br/txt/behaviorismometodologico.pdf>>. Acesso em abril de 2020.

[DEWEY, J. 1900,1902] A Escola e a Sociedade e A Criança e o Currículo Título original: **The School and Society (1900) and The Child and the Curriculum (1902)** Autor: John Dewey Tradução de Paulo Faria. ©Relógio D'Água Editores, Lisboa, Portugal. Fevereiro de 2002.

Moreira, M.A. (Mar. 2000). **Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 22, no.1 – p. 94-99.

[BRASIL, 2016]. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Segunda versão revista**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2016. Disponível em: <<http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>>. Acesso em março de 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017.

Disponível

em:

<[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em setembro de 2021.

[TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2019]. **PISA 2018: PARA VOLTAR A AVANÇAR, BRASIL PRECISA INVESTIR NA PROFISSIONALIZAÇÃO E NO PRESTÍGIO DA CARREIRA DOS PROFESSORES.** 2018. Disponível em: <<https://www.todospelaeducacao.org.br/conteudo/Pisa-2018>>. Acesso em março de 2020.

[OCDE, 2018]. **Young people struggling in digital world, finds latest OECD PISA survey.** Paris, France 2018. Disponível em: <<http://www.oecd.org/education/young-people-struggling-in-digital-world-finds-latest-oecd-pisa-survey.htm>>. Acesso em março de 2020.

[INEP, 2018]. **RELATÓRIO BRASIL NO PISA 2018.** Brasília, Brasil 2018. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio\\_PISA\\_2018\\_preliminar.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf)>. Acesso em março de 2020.

[Moreira, M.A. 2000]. **III SIEMAT - Mesa Redonda 1 – Situação Atual da Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática.** Paraná: (43min.): sem legendada. Sem narrativa. Didático. 2019. Disponível em: <<https://youtu.be/NC5p55cRcUg>>. Acesso em março de 2020.

[SBF. 2018] **SBF reafirma sua posição sobre a BNCC do Ensino Médio.** SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2018, Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/home/index.php/pt/acontece/823-sbf-reafirma-sua-posicao-sobre-a-bncc-do-ensino-medio>>. Acesso em março de 2020.

[MARQUES, G. C. 2018] **O que é que está ruim, pode ficar muito pior.** Artigo de Opinião, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – INSTITUTO DE FÍSICA, 2018, Departamento de Física Experimental Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/home/images/opinioao/2018/julho/opinioao-2018-07-26.pdf>>. Acesso em março de 2020.

[CARMINATI, C. J. 1997] **O ENSINO DE FILOSOFIA NO II GRAU: DO SEU AFASTAMENTO AO MOVIMENTO PELA REINTRODUÇÃO. O caso da Sociedade de Estudos e Atividades Filosóficas - SEAF.** Dissertação (Mestrado), UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO, 1997, p.32. Disponível em: <[repositorio.ufsc.br](http://repositorio.ufsc.br)>. Acesso em fevereiro de 2020.

BRASIL. LEI Nº 13.005. **Plano Nacional de Educação - PNE**, Brasília, DF, jun 2014. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm)>. Acesso em fevereiro de 2020.

BRASIL. **INEP 80 Anos**, Brasília, DF, jun 2014. Disponível em: < <http://inep80anos.inep.gov.br/inep80anos/passado/anisio-teixeira-1952/104>>. Acesso em fevereiro de 2020.

[Freire, Paulo, 1921] - **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire / Paulo Freire;** [tradução de Kátia de Mello e Silva; revisão técnica de Benedito Eliseu Leite Cintra].

– São Paulo: Cortez & Moraes, 1979. Disponível em <[https://www.fpce.up.pt/ciie/sites/default/files/Paulo%20Freire%20-%20Conscientiza%C3%A7%C3%A3o\\_pp.5-19.pdf](https://www.fpce.up.pt/ciie/sites/default/files/Paulo%20Freire%20-%20Conscientiza%C3%A7%C3%A3o_pp.5-19.pdf)>. Acesso em janeiro de 2020.

RIBEIRO, Costa. [livro eletrônico]: ensino, pesquisa e desenvolvimento da Física no Brasil./ Wanderley Vitorino da Silva Filho. - Campina Grande: EDUEPB; São Paulo: Livraria da Física, 2013. (Coleção Ciência & Sociedade). Disponível em <<https://play.google.com/books/reader?id=4xr8CgAAQBAJ&hl=pt&pg=GBS.PP1>>. Acesso em janeiro de 2020.

LEITE LOPES, José. A Universidade de Anísio Teixeira (2000). In: HAMBURGER, Amélia Império (Org.). Uma História da Física no Brasil. 1.ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004. P.135-140.

[SBF 50 Anos] Por: VIDEIRA, A. A. P. Disponível em <<http://www.sbfisica.org.br/arquivos/SBF-50-anos.pdf>>. Acesso em dezembro de 2019.

PALIS, Jacob. **ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS E OS CAMINHOS DA PESQUISA CIENTÍFICA NO BRASIL**. Uma história entrelaçada. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em <<http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-6867.pdf>>. Acesso em março de 2020.

PALIS, Jacob. **ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS E OS CAMINHOS DA PESQUISA CIENTÍFICA NO BRASIL**. Uma história entrelaçada. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em <<http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-6867.pdf>>. Acesso em março de 2020.

MOTTA, Christina Helena da. **HISTÓRIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO BRASIL**. Museu de Astronomia e Ciências Afins. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em <[http://site.mast.br/hotsite\\_mast\\_30\\_anos/pdf\\_03/volume\\_03.pdf](http://site.mast.br/hotsite_mast_30_anos/pdf_03/volume_03.pdf)>. Acesso em março de 2020.

[Notas da História da Física no Brasil.] Por: MOREIRA, I. C. Disponível em <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num1/a13.pdf>>. Acesso em dezembro de 2019.

[A origem da Física no Brasil e os 25 anos do MCT] Programa Ciências às 19 horas - IFSC. Disponível em <<ciencia19h.ifsc.usp.br/ciencia19hwp/a-origem-da-fisica-no-brasil-e-os-25-anos-do-mct>>. Acesso em março de 2020.

[Relatório de Brasil no PISA 2018] Inep: Resultado preliminar. Disponível em <[http://inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/relatorio\\_PISA2018](http://inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/relatorio_PISA2018)>. Acesso em novembro de 2019.

# Apêndice A

## Exercícios Pré Oficinas



ESCOLA AURÉLIO BUARQUE

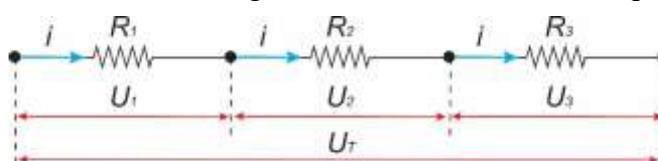


PREFEITURA MUNICIPAL DE TEOTÔNIO VILELA – PMTV	
UNIDADE DE ENSINO: ESCOLA MUNICIPAL AURÉLIO BUARQUE DE HOLANDA	
COORD. PEDAGÓGICA: Graça Gonzaga	COMPONENTE: CIÊNCIAS PROFESSOR: JB Santos
ALUNO(A):	Turno: [ ] Mat. [ ] Ves.
TURMA: [ ] 9ºA [ ] 9ºB [ ] 9ºC [ ] 9ºD [ ] 9ºE [ ] 9ºP ETAPA: 3º Bimestre DATA: 30/08/2021	
OBSERVAÇÃO: A nota de cada questão somente será validada com apresentação dos cálculos na prova.	

### HORA DA ATIVIDADE – EXERCÍCIO PARA VERIFICAÇÃO DA APENDIZAGEM EM CIÊNCIAS

01. Sejam três resistores de resistências  $4\Omega$ ,  $6\Omega$  e  $2\Omega$ , ligadas em série e alimentadas por uma bateria de  $24\text{ V}$ . Determine:

- a resistência equivalente
- a tensão em cada resistor

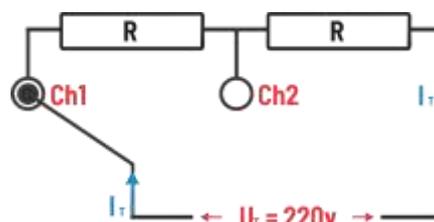


02. Uma lâmpada requer para seu funcionamento, uma tensão de  $1,5\text{ V}$  e, nessas condições, dissipa  $750\text{ mW}$  de potência. Dispõe-se de um gerador que fornece uma tensão invariável  $U = 6\text{ V}$ .

- Qual deve ser o valor do resistor que, associado à lâmpada, permite seu funcionamento no gerador?
- Qual será a potência dissipada nesse resistor?

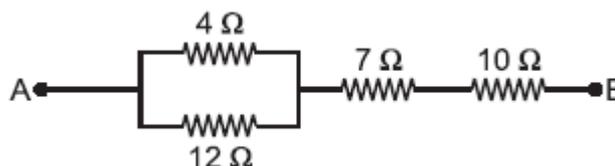
03. Um chuveiro de tensão  $220\text{ V}$  possui uma chave  $C$  que permite ligá-lo às posições (1) ou (2), conforme esquema abaixo.

- Qual é a posição conveniente da chave no inverno?
- Sabendo que no verão a potência dissipada é  $2200\text{ W}$ , qual a potência dissipada no inverno?
- Calcule o valor da resistência  $R$ .



04. (Mackenzie-SP) Entre os pontos A e B do trecho do circuito elétrico abaixo, a ddp é  $80\text{ V}$ . A potência dissipada pelo resistor de resistência  $4\Omega$  é:

- $4\text{ W}$
- $12\text{ W}$
- $18\text{ W}$
- $27\text{ W}$
- $36\text{ W}$



## Apêndice B

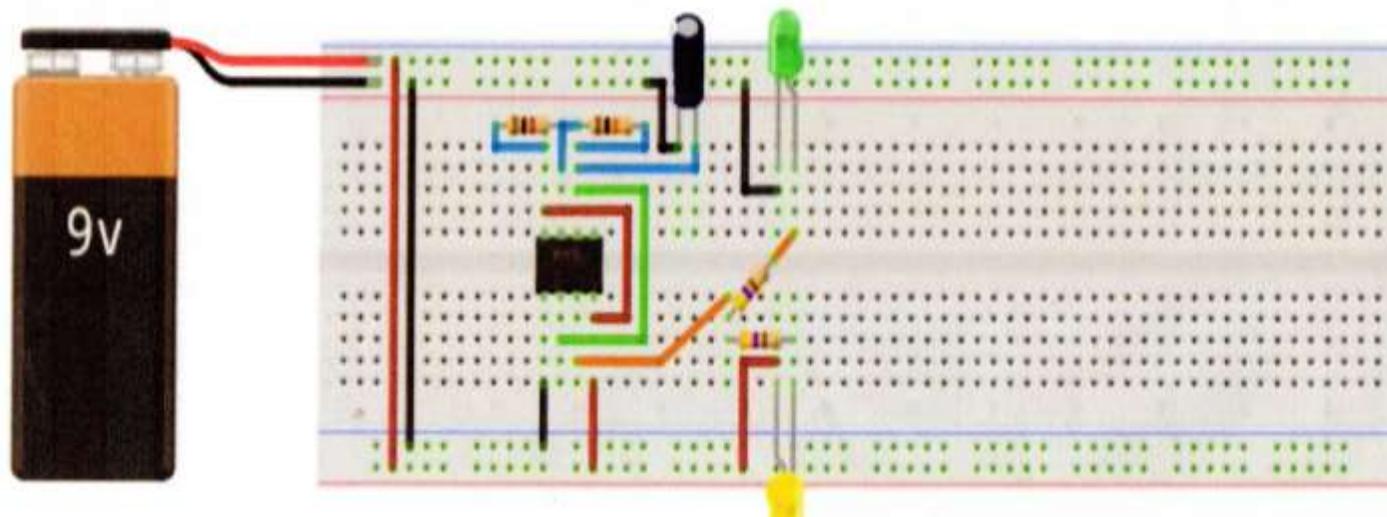
### Esquema de montagem do circuito

#### MATERIAL:

1 PROTO BOARD  
CI 555  
1 RESISTOR DE 1K  
1 RESISTOR DE 10K  
2 RESISTORES DE 500Ω [Necessário associar]  
1 CAPACITOR ELETROLÍTICO DE 100μF  
1 FONTE 9V  
2 LED'S  
VÁRIOS JUNPER

#### FUNÇÕES DOS TERMINAIS DO CI:

1 - GNE  
2 - TEMPORIZAÇÃO  
3 - SAÍDA  
4 - INTERROMPE E REINICIA O CICLO  
5 - ELIMINA OS RUÍDOS  
6 - MONITORA O VALOR DE TENSÃO  
7 - DESCARGA DO CAPACITOR  
8 - ENTRADA



## Anexo A



# PROPOSIÇÃO DE CONTINUUM CURRICULAR 2020/2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TEOTÔNIO VILELA/AL  
SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO – SEMED  
DIRETORIA DE GESTÃO DO ENSINO

COORDENAÇÃO GERAL DE ORGANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA FORMAÇÃO CONTINUADA



### PROPOSIÇÃO DE CONTINUUM CURRICULAR 2020/2021

ETAPA: ENSINO FUNDAMENTAL

ÁREA: CIÊNCIAS DA NATUREZA

COMPONENTE CURRICULAR: CIÊNCIAS NATURAIS

#### 9º ANO

UNIDADES LETIVAS	UNIDADES TEMÁTICO	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
I	VIDA E EVOLUÇÃO	Hereditariedade	Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes. <b>(EF09CI08)</b>
			Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos. <b>(EF09CI09)</b>
			Desenvolver a capacidade argumentar e discutir as questões relacionadas ao respeito da diferente diversidade sexual.
		Preservação da biodiversidade	Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionadas. <b>(EF09CI12)</b>
Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas. <b>(EF09CI13)</b>			
II	VIDA E EVOLUÇÃO	Ideias evolucionistas	Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica. <b>(EF09CI10)</b>

			Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo. <b>(EF09CI11)</b>
	<b>TERRA E UNIVERSO</b>	Sistema Solar	Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua. <b>(EF08CI12)</b>
		Astronomia e cultura	Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões). <b>(EF09CI14)</b>
			Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.) <b>(EF09CI15)</b>
		Vida humana fora da Terra	Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares. <b>(EF09CI16)</b>
		Evolução estelar	Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta. <b>(EF09CI17)</b>
<b>III</b>	<b>MATÉRIA E ENERGIA</b>	Circuitos elétricos	Construir circuitos elétricos com pilha / bateria, fios, lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residências. <b>(EF08CI02)</b>
			Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal. <b>(EF08CI04)</b>
		Aspectos quantitativos das transformações químicas e física	Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas <b>(EF09CI02)</b>
			Relacionar, em situações do cotidiano ou experimentais, mudanças de estado físico. Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina. <b>(EF09CI04)</b>
		Estrutura da matéria	Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica. <b>(EF09CI03)</b>
Reconhecer fórmulas de moléculas de algumas substâncias comuns no meio ambiente e no cotidiano.			
<b>IV</b>	<b>MATÉRIA E ENERGIA</b>	Circuitos elétricos	Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais. <b>(EF08CI02)</b>

		Fontes e tipos de energia	Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades. <b>(EF08CI01)</b>
		Transformação de energia	Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola. <b>(EF08CI06)</b>
		Aspectos quantitativos das transformações químicas e física.	Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica. <b>(EF09CI01)</b>
			Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana. <b>(EF09CI05)</b>
		Radiações e suas aplicações na saúde.	Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc. <b>(EF09CI06)</b>
			Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a laser, infravermelho, ultravioleta etc.) <b>(EF09CI07)</b>
		Movimento	Reconhecer os tipos de movimento (progressivo e retrógrado - acelerado e retardado), mensurando velocidade.
			Identificar a aceleração como ponte de ligação entre os movimentos retilíneos e uniformemente variados.
		Estudo da Força e suas interações.	Compreender e distinguir as Leis de Newton e suas interações em situações do cotidiano.

**Apêndice C**

**Produto Educacional**

**MNPEF**

**UFEAL**

**SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS PARA O ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS**

**UTILIZANDO DISPOSITIVOS SEMICONDUTORES**

**— Uma Abordagem Direcionada à Educação Básica —**

## Sumário

1	Analisando as grandezas .....	01
2	Resistores elétricos .....	02
2.2	Simbologia .....	02
2.3	Estrutura .....	03
2.4	Leitura codificada .....	04
2.5	Resistência Ôhmica [ $\Omega$ ] .....	05
2.6	Associação de Resistores .....	05
2.6.1	Associação Série .....	06
2.6.2	Associação Paralela .....	06
2.6.3	Associação Mista .....	07
3	Capacitores elétricos .....	07
4	Semicondutores .....	09
4.1	Dispositivos Emissores de Luz .....	10
4.2	Amplificadores Operacionais .....	10
4.3	Circuitos elétricos .....	11
5	Fase Experimental .....	11
5.1	Convertendo CC em CA .....	11
5.2	Primeira Lei de Ohm .....	12
5.3	Associação de Resistores .....	12
5.4	Sobre o Exercício Pré .....	12
5.5	Os Kits de Montagem .....	13
5.6	Circuitos Integrado 555 [no modo Astável] .....	13

## Introdução

No meio popular, ou mesmo no meio educacional, os termos "elétrico" e "eletrônico" costumam ser confundidos. Entretanto, é importante verificar algumas dissemelhanças entre eles, não apenas porque os dois termos têm significados diferentes, em se tratando de estrutura, mas também por causa da tendência de abstrair a compreensão das especificidades em seus princípios operacionais.

Durante os experimentos que fará utilizando este produto educacional, você explorará esses e muitos outros conceitos interessantes sobre eletricidade e eletrônica.

### 1. Analisando as grandezas

Dispositivos elétricos convertem a energia de uma corrente elétrica, o fluxo de elétrons em um dado condutor, e a transforma de maneiras simples em alguma outra forma de energia, que pode ser luminosa, térmica ou cinética. É o tipo de dispositivo que faz uso de energia elétrica diretamente para realizar uma tarefa, como é o caso do resistor da Figura 1, que tem por função produzir resistência à passagem de elétrons em um dado circuito.

**Figura 1** – Resistor | Dispositivo elétrico.



**Fonte:** Próprio autor.

Normalmente, se algo usa eletricidade apenas como energia, trata-se de um dispositivo elétrico (geralmente um resistor, um capacitor, bateria, lâmpada, indutor etc.).

Se ele usa eletricidade como meio de manipular informações, é quase certo que se trata de um dispositivo eletrônico, ou semicondutor (diodo, transistor, circuito integrado etc.).

**Figura 2** – Circuito integrado [CI] | Dispositivo eletrônico



**Fonte:** Próprio autor.

Dispositivos elétricos e eletrônicos se enquadram em categorias diferentes, porém sobrepostas, mas, em resumo, todos os dispositivos eletrônicos também são dispositivos elétricos, este é um subconjunto.

## 2. Resistores elétricos

A função do resistor no circuito elétrico pode ter das mais variadas aplicações: limitação de corrente, divisão de tensão, dissipação de energia, limitação do tempo de carga ou descarga de um capacitor, como veremos mais adiante, no circuito RC etc. De uma forma ou de outra, cada uma dessas funções de resistor é viável devido à propriedade principal do resistor - sua resistência ativa.

**Figura 3** – Resistor elétrico | 10 K $\Omega$  5%.



**Fonte:** Próprio autor.

A própria palavra "resistor" já é, em suma, a leitura de sua aplicação e, dessa forma, em circuitos elétricos, poderá ser de valor fixo ou variável. Desse ponto, observemos, em síntese, algumas características consideradas principais nos resistores, que são de uma forma ou de outra encontrados em dispositivos elétricos ou eletrônicos.

## 2.1 Unidade de Medida

O principal parâmetro do resistor é a resistência ôhmica, o que caracteriza sua capacidade de impedir, ou pelo menos dificultar, o fluxo de corrente eletrônica. Sua unidade de medida padrão no SI (Sistema Internacional de Unidades) é o Ohm, em homenagem a Georg Simon Ohm, físico alemão que dedicou parte de sua vida nos estudos dessa área, representada pela letra ômega do alfabeto grego ( $\Omega$ ).

A resistência elétrica também apresenta seus múltiplos e submúltiplos na escala métrica, quilo-ohms (mil ohms) e mega-ohms (1.000.000 ohms) etc. conforme a tabela 3.1.

**Tabela 1** – Escala métrica de múltiplos e submúltiplos para V (tensão), I (corrente), R (resistência) e P (potência).

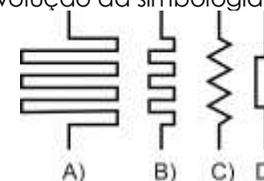
Múltiplos		Unidade fundamental	Submúltiplos	
M – Mega	K – Quilo		V [volt]   A [Ampère]	m [Mili]
$\times 10^6$	$\times 10^3$	$\Omega$ [Ohm]   W [Watt]	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-6}$

**Fonte:** Próprio autor.

## 2.2 Simbologia

Inicialmente, os resistores eram representados nos diagramas na forma de uma linha quebrada - um meandro (Fig. 3.4 A e B), que denotava um fio de alta resistência enrolado em uma moldura isolante. À medida que a complexidade dos dispositivos de rádio aumentava, o número de resistores neles aumentava e, para facilitar o contorno, deveriam ser representados nos diagramas na forma de uma linha recortada (Fig. 3.4, C).

**Figura 4** – Evolução da simbologia dos Resistores.



**Fonte:** Próprio autor.

Este símbolo foi substituído por um símbolo em forma de retângulo (Fig. 3.4, D), que passou a ser utilizado para designar qualquer resistor, independentemente de seu desenho e características.

### 2.3 Estrutura

Os resistores estão entre os componentes mais comuns de equipamentos eletrônicos. Os valores de resistência nominal são indicados no envoltório do resistor, no entanto, o valor real pode diferir do valor nominal. Esses desvios ocorrem de acordo com os insumos, ou seja, é o tipo do material que são feitos que vai determinar a precisão entre o seu valor nominal, ou codificado, e o seu estado real de funcionamento.

**Figura 5** – Estrutura do Resistor filme carbono | 220 KΩ 10%  
**Bastão de Carvão Granulado**



Esse tipo de resistor apresenta uma estrutura de conexões metálicas em aço niquelado revestidos com estanho puro e entre elas é aplicado um bastão de filme carbono sobre o qual existe uma cobertura isolante de cerâmica.

Ainda existem outras estruturas de resistores, como é o caso do cerâmico, figura 3.6, que é muitas vezes, formada por um fio de metal, de alta resistência (nicromo) ou revestimento de filme carbono montado sobre uma estrutura cerâmica.



O fio é enrolado em uma base dielétrica e soldado aos nós de contato ou terminais de ligação. Por cima do fio, é aplicado um revestimento isolante. O revestimento isolante é então, coberto com anéis de cores que variam formando assim, o valor codificado.

Devido às suas características de design, os resistores de fio enrolado são amplamente usados como resistores de precisão e potência. Entretanto, esses resistores possuem valores fixos e mesmo que se tente alcançar determinados valores usando o artifício das associações de resistores, nem sempre se atinge os valores almejados.

**Figura 7** – Resistor variável [Potenciômetro] | 10 KΩ 10%



**Fonte:** Próprio autor.

Então, o conversor de frequência do referido motor é controlado para alterar a capacidade por um potenciômetro, figura 3.7, que é agregado ao sistema.

Essa é uma característica interessante de usar um potenciômetro para controlar a velocidade do motor pois, o usuário não sabe como selecionar a resistência em valor nominal.

## 2.4 Leitura codificada

Além da resistência, os resistores são caracterizados por uma tensão operacional limitante, um coeficiente de resistência, coeficiente de temperatura e uma dissipação de potência nominal.

Imprimir esses e outros parâmetros no corpo do resistor muitas vezes fica inviável. Dessa forma, quando há possibilidade as apresentações, tais como alfanumérica ou simplesmente numérica são impressas. Entretanto, nem sempre é possível representar nominalmente todos os valores comerciais por conta das pequenas dimensões dos dispositivos. Então, é feito o uso de uma codificação para atender essas demandas.

Existem diferentes valores de resistores de invólucro usados em circuitos elétricos (também eletrônicos) para controlar a corrente ou a tensão. Essas partes integrantes dos circuitos estão disponíveis em uma variedade de valores de resistência diferentes - de pequenas frações a milhões de ohms inteiros e podem ter seus valores expressos em tabelas de decodificação, como é o caso da Tabela 3.2, abaixo.

**Tabela 2** – Código de cores de resistores

COR	1º Dígito	2º Dígito	3º Dígito	MULTIPLICADOR	TOLERÂNCIA
Preto	0	0	0	$\times 10^0 \Omega$	N/A
Marrom	1	1	1	$\times 10^1 \Omega$	$\pm 1\%$
Vermelho	2	2	2	$\times 10^2 \Omega$	$\pm 2\%$
Laranja	3	3	3	$\times 10^3 \Omega$	N/A
Amarelo	4	4	4	$\times 10^4 \Omega$	N/A
Verde	5	5	5	$\times 10^5 \Omega$	$\pm 0,50\%$
Azul	6	6	6	$\times 10^6 \Omega$	$\pm 0,25\%$
Violeta	7	7	7	$\times 10^7 \Omega$	$\pm 0,10\%$
Cinza	8	8	8	$\times 10^8 \Omega$	$\pm 0,05\%$

Branco	9	9	9	$\times 10^9 \Omega$	N/A
Ouro	N/A	N/A	N/A	$\times 10^{-1} \Omega$	$\pm 5\%$
Prata	N/A	N/A	N/A	$\times 10^{-2} \Omega$	$\pm 10\%$

**Fonte:** Próprio autor com dados extraídos da calculadora de código de cores do sítio: [searchingtabs.com](http://searchingtabs.com)

Como já exposto, os valores de resistência nominal são indicados no corpo do resistor, no entanto, o valor real da resistência pode diferir do valor nominal. Esses desvios são definidos pelo padrão de acordo com a classe de precisão, que determina a magnitude do erro que pode variar numa taxa entre  $\pm 0,05\%$  a  $\pm 10\%$ .

Sendo assim, a leitura codificada de um resistor passa a seguir alguns critérios relativamente simples, pois baseia-se na quantidade de anéis presentes no corpo do resistor e em sua variação de cores. Logo, os resistores podem apresentar 3, 4, 5 ou até 6 anéis. Os anéis coloridos são usados para denotar a resistência, tolerância e o coeficiente de temperatura de trabalho aos quais foram projetados.

**Figura 8** – Fazendo a leitura codificada | 56K $\Omega$  5%.



**Fonte:** Próprio autor.

Para uma leitura correta dos códigos impressos no corpo do resistor, é importante observar que existem anéis mais próximos e um mais afastado, sendo esse referente à taxa de tolerância. A decodificação sempre ocorrerá iniciando pelos anéis mais próximos seguindo os critérios:

- 1 – É sempre indicado que a leitura seja feita da esquerda para direita;
- 2 – O primeiro anel jamais será dourado ou prata, pois essas cores sempre representarão a taxa de tolerância;

3 – Os dois, três ou mais primeiros anéis corresponderão, respectivamente, aos dígitos formadores do valor nominal da resistência;

4 – O dígito seguinte será o número multiplicador. Esse número é composto de uma potência de base 10 com expoente de igual valor ao representado na tabela.

5 – O último anel geralmente ficará um pouco mais afastado dos primeiros. Isso facilita o sentido correto a ser tomado para realização da leitura além de ele indicar qual a taxa de tolerância (para mais ou para menos) aceitável ao estado normal de funcionamento do resistor.

Assim, podemos tomar o seguinte algoritmo para a montagem do valor nominal de resistência, adotando as letras A, B, C, D, e E, que representam os anéis ilustrado na fig. 3.8:

A: 1ª faixa - 1º dígito significativo (verde vale 5 na tabela)

B: 2ª faixa - 2º dígito significativo (azul vale 6 na tabela)

C: 3ª faixa - 3º dígito significativo (preto vale 0 na tabela)

D: 4ª faixa – multiplicador – potência de base 10 com expoente (vermelho vale 2 na tabela)

E: 5ª faixa – taxa de tolerância (determina o percentual de erro)

Então, teremos:

$ABC \times D \pm E \%$

$560 \times 10^2 \pm 5\% = 560 \cdot 100 \pm 5\% = 56K\Omega \pm 5\%$

É possível ocorrer casos em que se use os chamados Resistores de zero-ohm. Esses resistores são representados pelo seu único anel na cor preta. Entretanto, para esses casos é comumente usado um fio de jumper mais comum para essa finalidade.

## 2.5 Resistência Ôhmica [ $\Omega$ ]

Como já vimos, o principal parâmetro de um resistor é sua resistência ôhmica, a qual tem por propriedade oferecer oposição à passagem dos elétrons de valência, chamados elétrons livres, ou seja, da corrente elétrica. O estudo dessa propriedade foi

desenvolvido pelo físico alemão George Simon Ohm, por essa razão, a unidade de medida padrão para a resistência no SI (Sistema Internacional de Unidades) é o Ohm ( $\Omega$ ) e representa a razão volt/Ampère.

$$R = \frac{U}{i} \quad (3.2)$$

Onde:

**I** - Corrente no condutor, a unidade de medição da corrente é o ampere [A];

**U** - Tensão elétrica (diferença de potencial), unidade de medida de tensão - volt [V];

**R** - Resistência elétrica do condutor, unidade de resistência elétrica - ohm [ $\Omega$ ].

É necessário compreender claramente a essência da relação entre essas grandezas e saber utilizá-la corretamente na resolução de problemas práticos.

## 2.6 Associação de Resistores

É comum encontrarmos fontes que apoiam a ideia de que o uso de resistores em associação é adotado para suprir a carência de valores específicos visto que não seria possível encontrar, comercialmente, valores que atendessem a todas as demandas. Entretanto, é extremamente necessário retomarmos a consciência de que os resistores possuem, por definição, a função de limitar corrente, dividir tensão, dissipar energia, limitar o tempo de carga ou descarga de um capacitor, dentre outras aplicações. Nesse contexto, a associação de resistores é quem melhor se aplica à essas situações, visto que um potenciômetro, por exemplo, não contempla a todas essas demandas.

Existem muitas possibilidades a serem exploradas no tocante à associação de resistores, contudo daremos um destaque especial, neste capítulo, às associações em série, paralelo e mista. Em todas essas combinações, equações que relacionam tensões, correntes e

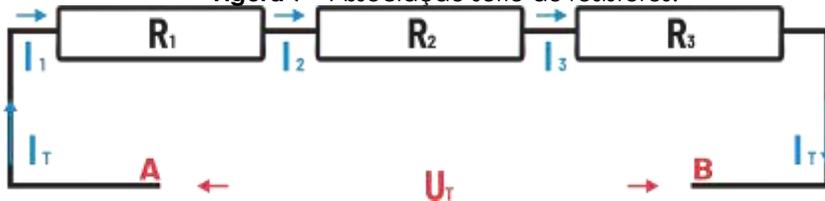
resistências, são obtidas usando essencialmente as leis de Kirchhoff para nós e malhas em circuitos elétricos.

### 2.6.1 Associação Série

Várias regras práticas decorrem dessas regras gerais que são úteis memorizar. Em uma associação série de resistores:

- Um par de resistores sempre terá uma resistência total, ou equivalente, maior que a resistência de maior valor envolvida na associação (a regra é "maior do que o maior");
- se os resistores são iguais, a resistência total é exatamente o dobro mais do que cada uma individual;
- a resistência total, ou equivalente, será a soma das resistências parciais;
- a corrente total que atravessa os resistores será igual à corrente que atravessa individualmente cada resistor;
- a tensão total, ou equivalente, será a soma das quedas parciais de tensão em cada resistor.

Figura 9 – Associação série de resistores.



Fonte: Próprio autor.

$$\text{Divisor de tensão: } \begin{cases} U_1 = IR_1 \\ U_2 = IR_2 \\ U_3 = IR_3 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} R_T = R_1 + R_2 + R_3 \\ I_T = I_1 = I_2 = I_3 \\ U_T = U_1 + U_2 + U_3 \end{cases}$$

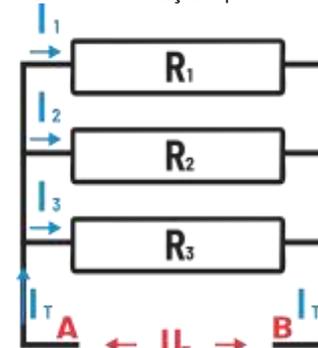
- Quando os resistores são conectados em série, a voltagem cai em cada resistor, obtendo-se assim um divisor de tensão.

### 2.6.2 Associação Paralela

Para a associação paralela de resistores deve-se adotar os seguintes parâmetros:

- Um par de resistores sempre terá uma resistência total, ou equivalente, menor que a resistência de menor valor envolvida na associação (a regra é "menor que o menor");
- se os resistores são iguais, a resistência total é exatamente a metade do que qualquer uma individual;
- a corrente total que atravessa os resistores será a soma das correntes parciais que atravessam individualmente cada ramo da associação;
- a tensão total, ou equivalente, será sempre igual às tensões em cada resistor.

Figura 3.10 – Associação paralela de resistores.



Fonte: Próprio autor.

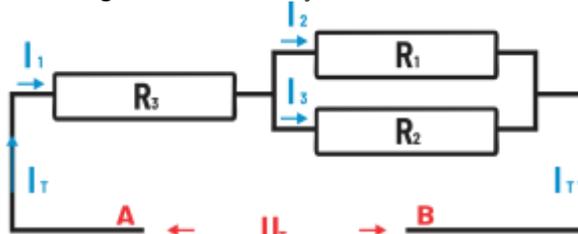
$$\begin{aligned} (3.2) \quad & I_1 = \frac{U}{R_1} \\ (3.3) \quad & I_2 = \frac{U}{R_2} \\ (3.4) \quad \text{Divisor de corrente: } & \begin{cases} I_1 = \frac{U}{R_1} \\ I_2 = \frac{U}{R_2} \\ I_3 = \frac{U}{R_3} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ I_T = I_1 + I_2 + I_3 \\ U_T = U_1 = U_2 = U_3 \end{cases} \end{aligned} \quad \begin{aligned} (3.5) \\ (3.6) \\ (3.7) \end{aligned}$$

- Quando os resistores são conectados em paralelo, o fluxo de elétrons percorre cada ramo da associação atravessando cada um dos resistores, obtendo-se assim um divisor de corrente.

### 2.6.3 Associação Mista

Na associação mista valem todas as definições das associações série e paralela aplicadas de forma peculiar.

Figura 11 – Associação mista de resistores.



Fonte: Próprio autor.

$$\text{Assoc. Mista: } \left\{ R_P = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right\} \rightarrow R_T = R_3 + R_P$$

Conhecer essas regras ajudará a avaliar o circuito rapidamente, sem fazer exercícios de álgebra ou usar uma calculadora. Mesmo que a relação de resistência não se enquadre nos casos listados, o resultado ainda poderá ser estimado "a olho" com precisão suficiente.

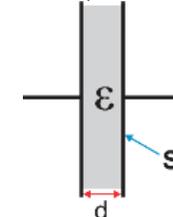
É importante observarmos que, qualquer que seja a associação efetuada, estaremos sempre interessados em obter o resistor equivalente, ou seja, obter um resistor único que, colocado entre os mesmos pontos A e B de uma associação, seja submetido a uma corrente de intensidade igual à associação.

Vale ressaltar que os valores de referência apresentados são de resistores ôhmicos, ou seja, que obedecem a regra de proporcionalidade da primeira Lei de Ohm.

### 3. Capacitores elétricos

Por definição, um capacitor, ou condensador elétrico, é um elemento capaz de armazenar energia elétrica. Trata-se de um dispositivo não-linear, diferente dos resistores ôhmicos, como já apresentado, e, que envolvem uma variável temporal.

Figura 12 – Esquema simplificado de um capacitor.



Fonte: Próprio autor.

O capacitor é composto por eletrodos de metal - placas, entre as quais existe um dielétrico. Comparado com a separação entre as placas, o dielétrico tem uma espessura pequena. Isso determina a propriedade de um capacitor de acumular carga: a chamada Capacitância - determinada através da equação (3.9) (válida para um capacitor de placas paralelas) - cargas positivas e negativas em suas placas se mantêm, interagindo através de uma fina camada não condutora.

As placas capacitivas, dependendo do tipo deste produto elétrico, podem ser feitas de várias maneiras, desde simples placas de alumínio, enroladas em um rolo com uma camada intermediária de papel, até placas quimicamente oxidadas ou uma camada dielétrica metalizada. Em qualquer caso, se existe uma camada de dielétrico e uma placa, trata-se, em princípio, de um capacitor.

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (3.9)$$

Capacitância de um capacitor de placas paralelas.

A capacitância do capacitor depende:

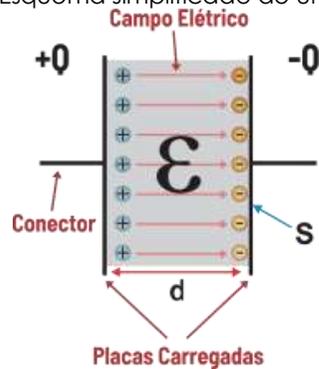
- da área das placas (A);
- da distância entre elas (d);

- da constante dielétrica do material entre as placas ( $\epsilon$ ).

O capacitor é projetado para armazenamento temporário da energia elétrica na forma de energia potencial de cargas elétricas positivas e negativas separadas no espaço, ou seja, na forma de um campo elétrico no espaço entre elas.

O dielétrico pode ser papel, mica, polipropileno, tântalo ou outro material isolante elétrico adequado com a constante dielétrica necessária e tendo resistência elétrica adequada.

**Figura 13** – Esquema simplificado de um capacitor.



Fonte: Próprio autor.

O princípio de funcionamento de um capacitor consiste no **carregamento** e na **capacidade de armazenamento** de energia em suas placas de certa **área** que **distam** entre si contendo um material de certa **constante dielétrica** durante um determinado **tempo**.

Essa **energia** do capacitor é igual ao **trabalho** necessário para carregar o capacitor.

O processo de carregamento de um capacitor consiste, de fato, no princípio de que a carga de uma placa é transferida para outra. Isso é exatamente o que a fonte de tensão faz quando está conectada a um capacitor. A princípio, quando o capacitor não está carregado, nenhum trabalho é necessário para transferir a primeira carga.

Mas quando já existe uma carga em cada uma das placas, para reabastecê-la, é necessário trabalhar contra as forças de repulsão elétrica. Quanto mais carga acumulada pelas placas, mais trabalho deve ser feito para aumentá-la. A energia potencial elétrica de um capacitor carregado é dada pelo trabalho necessário para carregá-lo. Para calcular o trabalho, toma-se um instante qualquer durante o processo de carregamento o qual  $q$  no capacitor será ( $0 < q < Q$ ) e o potencial corresponderá a  $U$  ( $0 < U < U$ ). Adotando a capacitância constante,  $q$  e  $U$  serão relacionados por:

$$U = \frac{q}{C} \Leftrightarrow \frac{q}{U} = C \quad (3.10)$$

Se houver uma diferença de potencial **U** nas placas, o trabalho de transferência do elemento de carga  $dq$  é igual a:

$$dW = dE = dqU \quad (3.11)$$

Já que  $U = q/C$ , onde  $C$  é a capacitância do capacitor, então o trabalho em sua carga será:

$$W = \int_0^Q dW = \frac{1}{C} \int_0^Q q dq = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \quad (3.12)$$

O mesmo trabalho será realizado pelo campo elétrico quando o capacitor for descarregado, ou seja, quando  $q$  vai de  $Q$  a zero. Então, podemos dizer que a energia armazenada, ou acumulada, pelo capacitor é igual a:

$$W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

Isso vale se as cargas das placas de um capacitor com capacidade  $C$  forem iguais a  $+Q$  e  $-Q$ , respectivamente.

Quanto menor a distância entre as placas (na verdade, a espessura da camada dielétrica), maior será a capacitância do capacitor, porque a força de interação das cargas aumenta à medida que se aproximam.

Quanto maior for a constante dielétrica do dielétrico entre as placas, maior será a capacitância do capacitor, pois maior será a intensidade do campo elétrico entre as placas.

#### 4. Semicondutores

Em átomos de condutores metálicos, os elétrons livres localizados nos níveis mais externos de energia (elétrons de valência) são facilmente deslocados da eletrosfera e percorrem livremente por toda a extensão dos corpos metálicos. O número de elétrons livres determina as propriedades elétricas do metal. Quanto mais elétrons livres, maior sua condutividade elétrica.

Em contrapartida, existem materiais que são elementos que se interpoem com resistividade intermediária entre os metais (condutores elétricos) e os dielétricos (materiais isolantes), esses materiais são chamados de *semicondutores*.

Para a série de elementos semicondutores a resistividade não aumenta com o aumento da temperatura, mas, ao contrário, diminui acentuadamente (ver Tab. 3.4).

**Tabela 3** – Tabela de Resistividade dos Materiais Semicondutores.

Material	Símbolo	Z	Peso específico em g/cm <sup>3</sup>	PF em °C	Resistividade em Ω • mm <sup>2</sup> / m a 20°C
<b>Boro</b>	B	5	2,46	2076	1,8 x 10 <sup>18</sup>
<b>Telúrio</b>	Te	52	6,24	449	10 <sup>10</sup>
<b>Silício</b>	Si	14	2,33	1414	64 x 10 <sup>7</sup>
<b>Germânio</b>	Ge	32	5,323	938	46 x 10 <sup>4</sup>
<b>Antimônio</b>	Sb	51	6,691	631	0,417
<b>Arsênio</b>	As	33	5,727	817	0,3

Fonte: [www.edufer.com.br/tabela-de-resistividade-dos-semicondutores](http://www.edufer.com.br/tabela-de-resistividade-dos-semicondutores)

Esse comportamento bem característico com vistas a permitir parcialmente o fluxo de elétrons em suas estruturas cristalinas variando de acordo com as condições de temperatura é que

concede aos semicondutores ocupar um lugar intermediário entre os metais e os dielétricos. Em outras palavras, a resistência nos semicondutores depende inversamente do coeficiente de temperatura, ou ainda, ao contrário dos materiais condutores, com o aumento da temperatura, sua resistência diminui.

**Figura 14** – Dispositivo de junção NP | Diodo



Fonte: Próprio autor.

Além disso, diferentemente dos metais, os semicondutores, figura 3.15, alteram sensivelmente sua propriedade de condutividade mediante a presença de impurezas, mesmo que muito pequena. Essas impurezas destacam outra característica nos semicondutores que é a propriedade de ser eletricamente positivo ou negativo. Dessa forma, de acordo com a condutividade, os semicondutores são divididos como do tipo N ou do tipo P e a esse processo de inserção de impurezas químicas aos elementos semicondutores, sobretudo o germânio e o silício, dar-se o nome de dopagem. A dopagem é um procedimento adotado com a finalidade de tornar, de forma precisamente controlada, a região de valência na estrutura dos semicondutores, região de elétrons livres.

Também nos semicondutores, uma mudança perceptível é observada sob a ação da luz, radiações ionizantes e outras influências energéticas.

##### 4.1 Dispositivos Emissores de Luz

O LED, (Dispositivo Emissor de Luz) também pertence à classe dos dispositivos semicondutores. Esse dispositivo funciona a partir do fluxo eletrônico que, quando seus terminais são atravessados por

essa corrente, a energia elétrica é convertida em energia luminosa. O diodo está entre os dispositivos semicondutores mais comumente utilizados. Como dispositivo semicondutor, possui vida útil limitada devido à baixa capacidade de suportar as altas temperaturas, principal motivo de falha das lâmpadas convencionais, por exemplo.

Os diodos convencionais não emitem luz porque são acondicionados em embalagens opacas. Entretanto, os LED's são projetados utilizando materiais translúcidos com a finalidade de sua junção PN emitir luz quando uma corrente passa por ela. A frequência da luz emitida é determinada pelo tipo de material semicondutor usado para fazer o diodo.

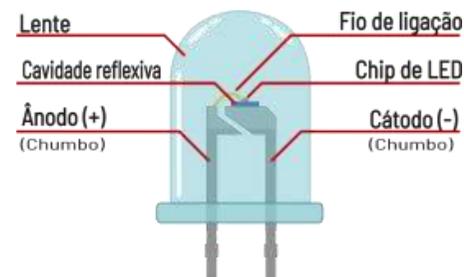
**Figura 15** – Diodo emissor de luz.



**Fonte:** Próprio autor.

Logo, os LED's são simplesmente diodos de junção PN que emitem luz quando a corrente flui por eles. Esta luz é visível porque os LED's são embalados em um material translúcido. O arsenieto de gálio (GaAs) emite luz na faixa do infravermelho que é invisível ao olho humano. O fosfeto de arsenieto de gálio emite luz vermelha visível. Variando o teor de fósforo, é possível obter LEDs que emitem luz de diferentes frequências.

**Figura 16** – Esquema estrutural do LED.



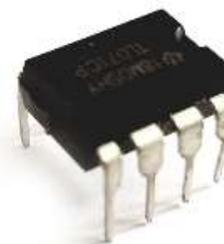
**Fonte:** Próprio autor.

A fig. 3.17 mostra a estrutura do LED. A camada do tipo P é feita de forma fina para não interferir na passagem da luz emitida pela junção PN.

#### 4.2 Amplificadores Operacionais

Um amplificador operacional (Amp-Op) é basicamente um dispositivo de Circuito Integrado amplificador eletrônico de voltagem de alto ganho que geralmente possui diferencial entre sua entrada e saída, isso falando dos modelos mais básicos, pois existem modelos de referência com mais de uma saída.

**Figura 17** – Amplificador operacional



**Fonte:** Próprio autor.

Essas são algumas aplicações desse rico dispositivo;

Essa tensão de saída pode exceder a diferença de potencial da entrada em centenas ou até milhares de vezes, o que vai determinar suas diferentes aplicações, como:

- Somador
- Repetidor
- Integrador
- Diferencial
- Inversor (circuito clássico)
- Amplificador de Fonte de energia
- Inversor com circuito de feedback
- Inversor em circuitos de alimentação única

Os amplificadores operacionais são ferramentas poderosas em mãos habilidosas, e o número de circuitos que podem ser criados com seu auxílio, certamente, é muitas vezes maior do que o que foi considerado, porém, apesar das diferentes designações, sua função primordial permanece a mesma - fornecer energia adicional para amplificar o sinal.

### 4.3 Circuitos elétricos

Diante da variedade de componentes elétricos e eletrônicos aqui apresentados, dar-se a necessidade de interconectá-los para que o conjunto em si tenha uma aplicabilidade específica com sentido e significado. A essa conexão formando um caminho fechado entre os componentes eletrônicos, onde o fluxo elétrico é estabelecido denominamos, circuito elétrico ou circuito eletrônico.

Dessa forma, as ligações dos elementos do circuito elétrico envolvem diagramas elétricos – uma imagem gráfica, com a ajuda da qual são apresentadas as conexões entre os elementos individuais de um dispositivo elétrico, que funcionam devido ao fluxo da corrente elétrica, utilizando os convencionais gráfico, bem como designações digitais e letras – resistores ôhmicos, capacitores, indutores, fontes, semicondutores além da tipologia – especificações técnicas do estado normal de funcionamento e impressão de valores nominais e/ou codificados.

## 5. Fase Experimental

Após serem trabalhados os conceitos e aplicadas questões para exemplificá-los teoricamente é importante a realização de experimentos para consolidação desses temas.

Obviamente, antes da aplicação efetiva de quaisquer planos de conteúdo dos programas educacionais, o volume máximo da carga horária dos alunos, os requisitos para o nível de formação desses discentes e para as condições de organização do processo educativo, além de mais outros pontos, são amplamente levados em conta para que as atividades não venham desvirtuar, dos objetivos previamente propostos.

### 5.1. Convertendo CC em CA

Com um simples transformador com fios acrescentados aos terminais de suas bobinas e uma bateria AA com valor de 1,2 ou 1,5 volt aplicada em seu enrolamento secundário pode-se verificar, através da indução da bobina secundária na primária, a conversão de corrente contínua em corrente alternada.

**Figura 18** – Experimento de circuito elétrico – convertendo CC para CA.



**Fonte:** Próprio autor.

Esse é um experimento de circuito elétrico controlado, onde são abordadas várias provocações sobre fontes e geradores de energia, transformação energética, circuitos elétricos, para pesquisa e posterior debate em sala de aula para os encontros seguintes.

## 5.2. Primeira Lei de Ohm

Esse experimento consiste na verificação de resultados de uma lista de exercícios proposta em sala de aula em comparação com testes feitos com resistores de valores específicos dispostos em um pequeno protoboard.

Para esse experimento há a necessidade do uso de resistores de  $1K\Omega$ , ou  $10K\Omega$ , mini protoboard e multímetro. Podem ser verificados parâmetros de corrente, resistência e tensão elétrica, ou seja, a verificação, na prática, da Primeira Lei de Ohm.

**Figura 19** – Verificação da Primeira Lei de Ohm na prática.



**Fonte:** Próprio autor.

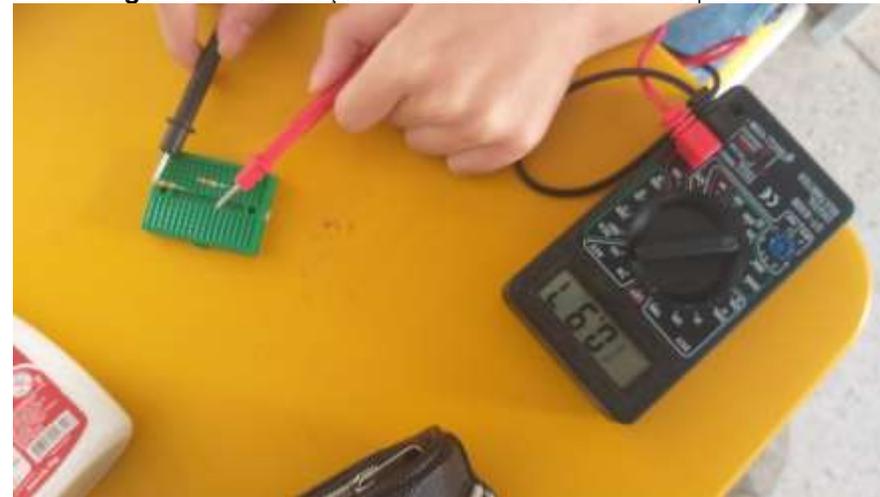
Além disso, é possível levantar alguns questionamentos sobre a diferença entre o que se é calculado e verificado. Esse debate possibilita o aprofundamento nas questões de margem de erro para mais ou para menos, desvio padrão etc.

## 5.3. Associação de Resistores

Pode-se aproveitar cada momento desse trabalho para que, de forma interativa, fiquem muito claros para os alunos, os

fenômenos científicos e os conceitos estruturais de circuitos elétricos. Isso pode ser feito de forma gradativa passando da experimentação sobre a Primeira Lei de Ohm, seguindo em uma sequência didática apenas acrescentado e reconfigurando alguns resistores e ampliando para o estudo de circuitos com Associação Série, Paralela e Mista.

**Figura 20** – Verificação da Primeira Lei de Ohm na prática.



**Fonte:** Próprio autor.

A atividade será otimizada se forem montados kits com componentes de valores já trabalhados nas listas de exercícios.

## 5.4. Sobre o Exercício Pré

Para a execução do exercício aplicado antes das oficinas é recomendável que sejam tomados como aporte o Plano Anual de Trabalho de sua escola, o livro didático adotado para o ano em curso e o Referencial Curricular de sua unidade de ensino destinado ao Ensino Fundamental ou Médio, se for o caso. A partir desses referenciais você fará a adaptação que melhor se ajusta para essa Sequência Didática e sua metodologia de trabalho, observando a

interação planejada para os objetos de aprendizagem dos Conceitos Preliminares da Eletrodinâmica, Primeira Lei de Ohm e Circuitos Elétricos, Potência elétrica, previsto para a terceira unidade letiva.

### 5.5. Os Kits de Montagem

Do ponto de vista da aprendizagem, a etapa com o exercício teórico serviu para, além de outros pontos, evidenciar algumas dificuldades das turmas com interpretação dos problemas, conhecimento e domínio de unidades de medidas, manuseio do cálculo algébrico etc.

Da mesma forma, ficou evidenciada a necessidade de se debruçar por um pouco mais de tempo e de abordagem no objeto de aprendizagem, pois poderia parecer não muito eficaz executar as mesmas abordagens. Parafraseando o que se diz por aí atribuindo-se a Einstein, não seria sensato querer melhores resultados fazendo as mesmas coisas.

Lembrando do quiasmo aqui citado, é a ampliação da experiência que uma pessoa adquiriu ao longo da vida, que vai refletir num conjunto acumulado de comportamentos aprendidos que formarão o caráter do indivíduo e seu agir como cidadão.

A direção ensino-comportamental trata das ações humanas abertas (acessíveis à observação direta), como derivados de sua experiência de vida. Dessa forma, a abordagem teórica foi ampliada e evoluiu através da prática com o uso dos circuitos dispostos nos kits de montagem em protoboard e são discutidos a seguir.

---

<sup>7</sup> Um dispositivo que, após um determinado período, liga ou desliga automaticamente uma máquina, aparelho, dispositivo para fins industriais ou domésticos e (ou) sinaliza o início do momento de ligá-lo ou desligá-lo.

### 5.6. Circuitos Integrado 555 [no modo Astável]

Essa etapa da atividade representa o ponto mais alto dos fundamentos que norteiam esse trabalho. A oficina com dispositivos semicondutores representa a compilação dos momentos de discussão, da apresentação dos objetos de aprendizagem, dos cálculos, do manuseio do protoboard, das montagens e testes realizados com os circuitos elétricos etc.

O circuito Ne555 é um dispositivo construído a base de plástico no invólucro de sua estrutura com um núcleo de silício dopado por ligação covalente. É usado em uma variedade de aplicações de temporizador<sup>7</sup>, geração de pulso e oscilador<sup>8</sup>. Ele pode ser usado para fornecer atrasos de tempo como osciladores e elementos de gatilho.

Aqui, abrimos um pequeno parêntese para mencionar a razão do subtítulo “astável.” Basicamente, e bem basicamente mesmo, o circuito integrado NE555 possui dois módulos de trabalho: monoestável e astável.

Para entender o que são esses termos, vamos abordar primeiro o modo de operação monoastável. Esse é o modo operacional quando o NE555 é utilizado como um temporizador ou timer, como é mais conhecido. Isso implica dizer que quando esse modo é acionado ele permanece durante um certo tempo até voltar para o modo de standby. A variação no tempo de operação vai depender do valor de resistência e capacitância utilizado no circuito onde o mesmo é aplicado.

Outro exemplo de aplicação do NE555 é o modo astável ou módulo oscilador. Nessa configuração, o CI vai emitir pulsos que, como foi citado, converte corrente contínua em corrente alternada.

<sup>8</sup> Em eletrônica, o circuito oscilador converte a corrente contínua em corrente alternada de alta frequência, isso é chamado oscilação.

Quanto à sua estrutura, observemos a figura 5.1. Ela apresenta o modo discreto, ou seja, os módulos de funcionamento do 555 com os componentes internos representados por componentes em escala macro para que possamos compreender melhor sua nanoestrutura.

**Figura 21** – CI 555 montado com componentes discretos.



Fonte: <http://endigital.orgfree.com/sequencial/555discretok.jpg>.

Sobre o funcionamento de seus terminais, a tabela 5.6 apresenta um resumo de suas principais funções. Entretanto, nem todas as aplicações irão requerer a utilização de todos os terminais.

**Tabela 4** – Nome e resumo das principais funções dos terminais de NE555.

Terminal	Nome	Função
1	GND	<b>V<sub>0</sub></b>
2	TRIG	<b>Disparador.</b> Um intervalo de temporização inicia quando a entrada neste pino cai <b>abaixo</b> de 1/2 do valor em CTRL (1/3 de VCC, se CTRL não estiver sendo usado). Isto faz o valor em OUT ser ALTO. O valor ALTO em OUT será mantido enquanto este pino estiver com tensão baixa.
3	OUT	<b>Saída.</b> O valor de saída, que pode ser nível lógico ALTO (até 1.7 V abaixo de +VCC) ou BAIXO (igual a GND).
4	RESET	<b>Reset.</b> Reinicia o intervalo se ligado em GND. Um novo intervalo só inicia novamente se RESET tiver uma tensão de no mínimo 0,7V.
5	CTRL	<b>Tensão de controle.</b> Permite estabelecer a <b>tensão de referência</b> usada para disparar e limitar o temporizador. Normalmente este pino não é usado (e deve ser conectado ao GND através de um capacitor de 10nF), e neste caso a tensão de referência será sempre de 2/3 de VCC.
6	THR	<b>Limite.</b> Quando o nível de tensão aqui for <b>maior</b> que em CTRL (2/3 de VCC), o valor em OUT será reduzido para zero, terminando o ciclo.
7	DIS	<b>Chave de descarga.</b> O pino é ligado temporariamente à GND entre cada intervalo de temporização. Um capacitor conectado aqui será descarregado entre intervalos. O início de novo ciclo fecha a chave que só abre novamente quando o próximo intervalo terminar (quando a tensão em OUT tiver nível lógico BAIXO).
8	V <sub>CC</sub>	<b>Fonte de tensão</b> entre +3 e +15V para alimentar o CI 555.

Fonte: <http://endigital.orgfree.com/sequencial/CI555.htm>

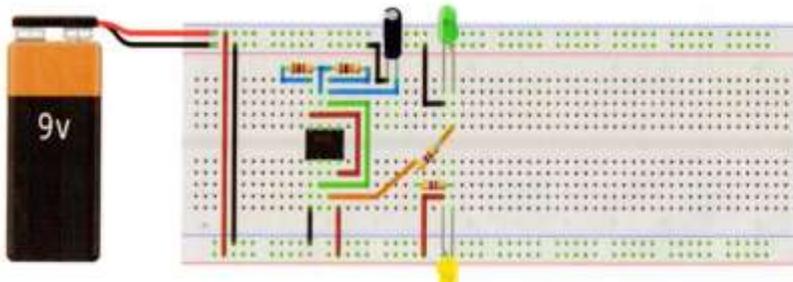
Você pode iniciar as oficinas com marcadas pelo uso do NE555 em uma aplicação astável. Aqui é importante destacar a necessidade da entrega e apresentação do kit exposto na figura a seguir:

**MATERIAL:**

1 PROTO BOARD  
 CI 555  
 1 RESISTOR DE 1K  
 1 RESISTOR DE 10K  
 2 RESISTORES DE 500Ω [Necessário associar]  
 1 CAPACITOR ELETROLÍTICO DE 100μF  
 1 FONTE 9V  
 2 LED'S  
 VÁRIOS JUNPER

**FUNÇÕES DOS TERMINAIS DO CI:**

1 - GNE  
 2 - TEMPORIZAÇÃO  
 3 - SAÍDA  
 4 - INTERROMPE E REINICIA O CICLO  
 5 - ELIMINA OS RUIDOS  
 6 - MONITORA O VALOR DE TENSÃO  
 7 - DESCARGA DO CAPACITOR  
 8 - ENTRADA



A apresentação do significado de cada terminal e quais os componentes que serão utilizados para a montagem do circuito é imprescindível. O professor titular da disciplina pode iniciar essa oficina com um problema para que as equipes busquem possíveis soluções, a exemplo, ilustra-se que: precisaríamos de um resistor de 500Ω para usar em um determinado circuito, o que eles dariam como solução? A observação é que dispúnhamos de resistores de 1KΩ e 10KΩ. Essa seria apenas uma questão disparadora para iniciar a oficina com uma breve revisão de Associação de Resistores então, segue-se com a oficina de uma forma bem mais satisfatória por ter conseguido solucionar o primeiro desafio proposto.

Os detalhes de princípio de funcionamento de cada componente podem ser apresentados no decorrer da oficina à medida que sejam inseridos no circuito.

**Figura 22** – Montagem do Circuito LED Flasher (pisca-pisca em módulo de função astável).



**Fonte:** Próprio autor.

Por outro lado, deve-se ressaltar que essa apresentação já possui certo aporte visto que alguns conceitos já foram conhecidos pelos alunos quando utilizados em aulas anteriores, como da Estrutura da Matéria, justamente prevendo a necessidade de se deter mais à montagem e testes nos circuitos.

O conceito do circuito elétrico multiplicador de tensão, é aplicado para circuito NE555 atuando como um *LED Flasher*, um circuito pisca-pisca simples atuando em módulo de função astável, onde os diodos emissores de luz alternam seu brilho durante a execução. O tempo durante o qual o LED permanece aceso pode ser definido de forma diferente, alterando a resistência e a capacitância no circuito.

