



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 04**

Nelson de Oliveira Rezende

**Modelando o ensino de circuitos elétricos simples à luz da teoria de registros de
representação semiótica de Raymond Duval**

Manaus

2025

Nelson de Oliveira Rezende

**Modelando o ensino de circuitos elétricos simples à luz da teoria de registros de
representação semiótica de Raymond Duval**

Dissertação apresentada ao Polo 04 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Instituto Federal do Amazonas em parceria com a Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. **Área de concentração:** Física para o ensino médio.

Orientador: Prof. Dr. José Galúcio Campos

Manaus

2025

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

R467m Rezende, Nelson de Oliveira.

Modelando o ensino de circuitos elétricos simples à luz da teoria de registros de representação semiótica de Raymond Duval / Nelson de Oliveira Rezende. – Manaus, 2025.

110 p. : il. color.

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro; Universidade Federal do Amazonas, 2025.

Orientador: Prof. Dr. José Galúcio Campos.

1. Física – ensino. 2. Circuitos elétricos. 3. Simulações computacionais. 4. Semiótica. 5. Raymond Duval. I. Campos, José Galúcio. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Universidade Federal do Amazonas. IV. Título.

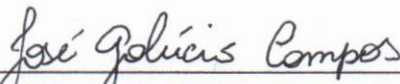
CDD 530.07

**Modelando o ensino de circuitos elétricos simples à luz da teoria de registros de
representação semiótica de Raymond Duval**

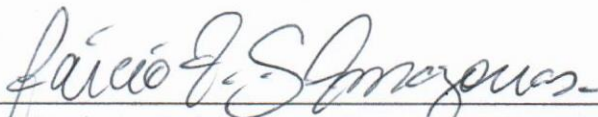
Dissertação apresentada ao Polo 04 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Instituto Federal do Amazonas em parceria com a Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. **Área de concentração:** Física para o ensino médio.

Aprovada em 02 de junho de 2025.

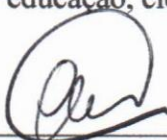
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José Galúcio Campos - Orientador
Instituto federal de educação, ciência e tecnologia do Amazonas



Prof. Dr. Márcio Andrei de Sousa Amazonas – Examinador 1
Instituto federal de educação, ciência e tecnologia do Amazonas

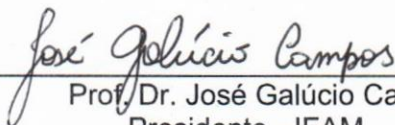


Prof. Dr. Cirlande Cabral da Silva – Examinador externo
Instituto federal de educação, ciência e tecnologia do Amazonas

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo 4

Ata da 78ª Defesa de Dissertação

Aos dois dias do mês de junho, do ano de dois mil e vinte e cinco, às 14 horas, no Auditório Mini III do IFAM-CMC, ocorreu a Defesa da Dissertação do mestrando **Nelson de Oliveira Rezende**, intitulado: **“MODELANDO O ENSINO DE CIRCUÍTOS ELÉTRICOS SIMPLES À LUZ DA TEORIA DE REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA DE RAYMOND DUVAL”**, do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 4 das Instituições de Ensino Superior: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) e Universidade Federal do Amazonas (UFAM). A Banca Examinadora foi composta pelo Prof. Dr. José Galúcio Campos (IFAM), Prof. Dr. Cirlande Cabral da Silva (IFAM) e Prof. Dr. Márcio Andrei Souza Amazonas ((IFAM). O Professor Doutor José Galúcio Campos, Presidente, deu início aos trabalhos, convidando os membros a comporem a Banca Examinadora. O Presidente fez a leitura dos procedimentos para defesa de dissertação, e convocou o mestrando para fazer a exposição de seu trabalho que, em seguida, foi arguido pelos membros da Banca Examinadora. Após a arguição, a Banca Examinadora reuniu-se privativamente e decidiu pela aprovação do trabalho. Ao final, os presentes foram chamados para tomarem conhecimento do resultado da avaliação, o Presidente da banca comunicou ao interessado que feitas às devidas correções na dissertação, conforme sugestão da banca Examinadora, o discente é obrigado a entregar, na secretaria do polo 4, até sessenta (60) dias após a data da defesa, uma (01) via impressa e encadernada no formato capa dura, e uma via(01) digital em formato PDF, para os trâmites necessários à concessão do diploma, conforme Resolução Nº.47 – CONSUP/IFAM de 13 de julho de 2015. Nada mais havendo a tratar, foi lavrado a presente Ata que, após lida e aprovada, será assinada pelos presentes.



Prof. Dr. José Galúcio Campos
Presidente - IFAM



Prof. Dr. Cirlande Cabral da Silva
Membro Externo - IFAM/CMC



Prof. Dr. Márcio Andrei Souza Amazonas
Membro Interno - IFAM

DEDICATÓRIA

À Deus,

Que me guia, que me ensina, que me protege, que se faz e sempre se demonstrou
presente em minha vida, principalmente nas tempestades!

À minha querida e amada família,

Mãe, irmãos, sobrinhos e enteadas queridas e, em especial, à minha amada esposa
Alcineide Rezende que sempre teve paciência, compreensão, carinho e suporte nos momentos
em que mais precisei durante esta jornada que é o programa de mestrado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos,

Meus familiares pela paciência, compreensão, contribuição e conselhos. Quero que saibam que o êxito que obtive nesses anos dedicados a este programa de mestrado só foi possível graças a vocês.

Meus colegas do programa que puderam compartilhar comigo um pouco de suas experiências pessoais e profissionais, “dores”, convívio familiar etc. Em especial, aos meus amigos: Renan Alencar que tanto contribuiu para comigo seja em sala de aula, no nosso local de trabalho juntos, seja na excelente personalidade e caráter que sempre me foi clara, e Ismael Bata, cujas qualidades como homem e pessoa são de uma notória e boa inveja de minha parte, obrigado pelos cafês filosóficos.

Gestores da Escola Estadual Inspetora Dulcineia Varela Moura, Alcino Lomas e Nelcineide Silva de Lira (“gestora Bell”), que confiaram e apostaram que essa formação seria de grande significância para mim, para os alunos e para a comunidade escolar. Que buscaram se impor sempre que foram questionados quando suas atitudes pareciam ser “incoerentes aos olhos dos outros”.

Meus professores do programa de mestrado que me permitiram vislumbrar a figura verdadeira do SER PROFESSOR. A todos, minha admiração, respeito e carinho.

Meu orientador José Galúcio, que tanto admiro pela sabedoria e conhecimento que sempre se fizeram presentes e vívidas em sua personalidade e que sempre me inspiraram e motivaram desde quando o conheci.

Membros que compõem o programa de mestrado e que se encontram em sua maioria das vezes nos bastidores, articulando as comunicações e orientações, fica aqui o meu muito obrigado!

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

“Deixem que o futuro diga a verdade e avalie cada um de acordo com o seu trabalho e realizações. O presente pertence a eles, mas o futuro pelo qual eu sempre trabalhei pertence a mim.”

Nikola Tesla

RESUMO

Com um caráter normativo, em 20 de dezembro de 2017 a Base Nacional Comum Curricular – BNCC foi promulgada, cujo objetivo principal é o de fornecer para as redes de ensino e instituições públicas e privadas, um currículo mínimo que todo estudante deve saber ao finalizar a educação básica. Além destas e de outras mudanças curriculares, a base também trouxe um outro conjunto de propostas pedagógicas a serem implementadas pelos professores em sala de aula. Uma dessas mudanças envolve as transformações tecnológicas. Observamos, portanto, que o emprego de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação – TDIC's na educação se tornou um tema emergente. Diante deste cenário macro, isso nos levou a fazer a seguinte pergunta: É possível haver compreensão de conceitos necessários para a construção de circuitos elétricos simples utilizando simulações computacionais como ferramenta, relacionando-os com circuitos elétricos reais, a partir de uma sequência didática implementada pelo viés da Teoria de Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval? Este trabalho objetivou responder a essa pergunta a partir do desenvolvimento e da aplicação de uma sequência didática estruturada a partir da coordenação dos registros semióticos aplicados à construção de circuitos elétricos simples usando o ambiente do software NI Multisim. Nela, empregamos uma estratégia de ensino colaborativa a partir do uso de diferentes registros de representações semióticas mobilizando-os e, verificando se as conversões entre registros de representações de um mesmo objeto influenciavam em uma melhor compreensão de conceitos essenciais para construção desses circuitos. Apontamos para a importância de se coordenar os diversos tipos de linguagens presentes no ensino de Física, seja a simbólica, a algébrica, a oral e escrita, demonstrando as relações desenvolvidas e suas articulações. Isso nos levou a concluir que o ensino de Física, seja via aulas expositivas, experimentais, modelos computacionais, metodologias ativas etc., deve ser desenvolvido a partir da coordenação desses registros.

Palavras-chave: ensino de Física; circuitos elétricos; simulações computacionais; semiótica; Raymond Duval; sequência didática.

ABSTRACT

With a normative character, on December 20, 2017, the National Common Curricular Base (BNCC) was enacted, with the main objective of providing public and private education networks and institutions with a minimum curriculum that every student should know by the end of basic education. In addition to these and other curricular changes, the base also brought another set of pedagogical proposals to be innovative by teachers in the classroom. One of these changes involves technological transformations. We therefore observe that the use of Digital Information and Communication Technologies (DICT's) in education has become an emerging theme. Given this macro scenario, this led us to ask the following question: Is it possible to understand the concepts necessary for building simple electrical circuits using computer simulations as a tool, relating them to real electrical circuits, through a didactic sequence implemented from the perspective of Raymond Duval's Theory of Semiotic Representation Registers? This study aimed to answer this question by developing and applying a structured teaching sequence based on the progression of semiotic registers applied to the construction of simple electrical circuits using the NI Multisim software environment. In this study, we employed a collaborative teaching strategy based on the use of different registers of semiotic representations, mobilizing them and verifying whether the gaps between registers of representations of the same object influenced a better understanding of essential concepts for the construction of these circuits. We highlighted the importance of coordinating the different types of languages present in the teaching of Physics, be it symbolic, algebraic, oral or written, demonstrating the relationships involved and their emotions. This led us to conclude that the teaching of Physics, be it through expository classes, experiments, computational models, active methodologies, etc., should be developed based on the evolution of these registers.

Keywords: Physics teaching; electrical circuits; computational simulations; semiotics; Raymond Duval; teaching sequence.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS.....	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1 CIRCUITOS ELÉTRICOS: CONCEITOS E CLASSIFICAÇÕES	14
3.1.1 Diferença de potencial (d. d. p.)	14
3.1.2 Corrente elétrica	15
3.1.3 Resistência elétrica e lei de Ohm.....	17
3.1.4 Circuitos elétricos em corrente contínua (CC)	18
3.1.5 Elementos de circuito em corrente alternada CA	29
3.2 SEMIÓTICA	31
3.2.1 Quem é Raymond Duval	31
3.2.2 O que é semiótica	32
3.2.3 R. Duval e a Teoria de Registros de Representação Semiótica – TRRS.....	33
3.3 SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS	36
3.3.1 Introdução	36
3.3.2 O uso das simulações computacionais no ensino de Física.....	38
3.3.3 O software NI Multisim.....	39
4 REVISÃO DA LITERATURA	42
4.1 AS BASES DE DADOS, DESCRITORES E FILTROS UTILIZADOS	42
4.1.1 Os materiais encontrados: Scopus	42
4.1.2 Os materiais encontrados: Scielo.....	44
4.1.3 Os materiais encontrados: Scispace.....	46
4.2 O REFINAMENTO DOS TRABALHOS.....	47
4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	54
4.4 CONCLUSÕES ACERCA DA REVISÃO REALIZADA.....	55
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	57
5.1 LOCAL E SUJEITOS DA PESQUISA	57
5.2 TIPO DE PESQUISA	58
5.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	59
5.4 INSTRUMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS.....	61
5.5 FASES DA PESQUISA	61
5.5.1 Levantamento bibliográfico.....	61
5.5.2 Sondagem	62
5.5.3 Preparação e execução	63
5.5.4 Análise e comunicação	63
5.6 IMPLEMENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	63

5.6.1 Apresentação	63
5.6.2 Desenvolvimento e aplicação da SD	64
5.7 DO PROCESSO DE ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS À COMPILAÇÃO E CATEGORIZAÇÃO DOS RESULTADOS.....	72
5.7.1 dos dados do pré-teste.....	72
5.7.2 Etiquetas, indicadores e o processo de análise dos dados das UA's	73
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	78
6.1 DO PRÉ-TESTE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	78
6.2 AS UNIDADES DE APRENDIZAGEM.....	79
6.2.1 Unidade de aprendizagem um	79
6.2.2 Unidade de aprendizagem dois.....	81
6.2.3 Unidade de aprendizagem três – a entrevista de grupo focal	82
6.2.4 Um comparativo do pré-teste com os marcadores indicados nas UA's	85
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS	88
APÊNDICE A – PRÉ-TESTE DA SD	91
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO USADO NA ENTREVISTA DE GRUPO FOCAL.....	94
APÊNDICE C – PLANOS DE AULA DA SD.....	96
APÊNDICE D – UNIDADES DE APRENDIZAGEM	100
APÊNDICE E – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (modelo para gestão da escola)	108
APÊNDICE F – TCLE PARA RESPONSÁVEL DO ALUNO(A).....	109
APÊNDICE G – PRODUTO EDUCACIONAL.....	110

1 INTRODUÇÃO

Com um caráter normativo, em 20 de dezembro de 2017 a Base Nacional Comum Curricular – BNCC foi promulgada. Trata-se de um documento normativo de caráter obrigatório cujo objetivo principal é o de fornecer para as redes de ensino e instituições públicas e privadas, um currículo mínimo que todo estudante deve saber ao finalizar a educação básica.

No estado do Amazonas, a implementação da BNCC no ensino médio iniciou-se no ano de 2022. Para ser mais específico, esta data seria no ano de 2020, no entanto, passamos pelos desafios impostos pela pandemia e, com isso, esta data foi alterada. Esta implementação ocorreu paulatinamente, em que, no ano de 2022 o currículo da 1ª série do ensino médio foi atualizado, em 2023 foram os estudantes da 2ª série e neste ano de 2024, a implementação ocorre para os alunos da 3ª série do ensino médio.

Com esta implementação o ensino de objetos de conhecimentos relativos à circuitos e dispositivos elétricos, que outrora ocorria na 3ª série do ensino médio, passou agora a ser implementado na 1ª série desta modalidade. Além destas e de outras mudanças curriculares, a base também trouxe um outro conjunto de propostas pedagógicas a serem implementadas pelos professores em sala de aula. Uma dessas mudanças envolve as transformações tecnológicas a que estamos testemunhando atualmente, seja no âmbito social, cultural, do trabalho e agora, devemos desenvolvê-lo na educação.

Observamos, portanto, que o emprego de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação – TDIC's na educação se tornou um tema emergente. Claro, que o objetivo delas não é o de substituir o professor. Mas, de contribuir para com ele como uma ferramenta de cunho tão essencial quanto um livro didático na sua prática cotidiana. E como toda ferramenta, não pode ser empregada para qualquer uso, ela deve atender àquilo que o professor busca transmitir aos alunos no contexto do ensino-aprendizagem.

Neste contexto, surgem as simulações computacionais que permitem aos estudantes autonomia e aproximação com a realidade encontrada. Elas permitem facilitar a compreensão de um dado fenômeno ou objeto de estudo e, ainda, pode vir a ser tornar interessante e desafiante conforme os métodos adotados pelo professor na sua utilização. Além disso, seu emprego pode vir a estreitar a relação professor-aluno tornando o espaço educacional um campo de troca de conhecimentos e, um ambiente rico em aulas produtivas.

Diante deste cenário macro, isso nos levou a fazer a seguinte pergunta: É possível haver compreensão de conceitos que permitam a construção de circuitos elétricos simples

utilizando simulações computacionais como ferramenta a partir de uma sequência didática implementada pelo viés da Teoria de Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval?

Este trabalho objetivou responder a essa pergunta a partir do desenvolvimento e da aplicação de uma sequência didática estruturada a partir da coordenação dos registros semióticos aplicados à construção de circuitos elétricos simples usando o ambiente do software NI Multisim. Por meio da implementação desta sequência, conseguimos demonstrar que a forma de se ensinar Física precisa considerar os aspectos dos signos e seus significados relativo aos objetos de conhecimento que são apresentados aos alunos.

Este manuscrito está estruturado de acordo com os seguintes elementos principais:

(a). Fundamentação teórica: nela discutimos a respeito dos tópicos de Física que estão relacionados diretamente com a temática deste trabalho, discorrendo sobre conceitos de diferença de potencial, corrente elétrica, resistência elétrica, dispositivos elétricos e os fundamentos mais importantes para sua compreensão de forma macro e, os circuitos elétricos e suas propriedades. A seguir, discutimos sobre a Teoria de Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval seus principais fundamentos e o mecanismo associado aos signos e significados, por fim, discutimos sobre o que é uma simulação computacional e suas implicações para o ensino de Física.

(b). Materiais e métodos: nesta seção discutimos o tipo de pesquisa que realizamos, as fases de sua implementação, a sondagem realizada previamente à aplicação da sequência didática, a implementação da sequência didática em si e, finalizamos com a metodologia adotada na análise dos dados coletados que subsidiou a construção dos resultados.

(c). Resultados: Aqui, abordamos todos os resultados obtidos, desde àqueles a partir da aplicação do pré-teste, perpassando pela análise e discussão dos dados coletados nas unidades de aprendizagem desenvolvidas para este fim e, comparando-os com os memorandos (notas de campo) construídos em cada aula e prática.

(d). Considerações finais: por fim, nesta etapa tecemos argumentos acerca do que foi produzido e desenvolvido, verificando a relação dos resultados obtidos com os objetivos de pesquisa. Abordamos também sobre os trabalhos futuros oriundos desta, e apontamos algumas direções possíveis. Finalizamos, com a ratificação da importância de se estruturar uma aula de Física coordenada a partir dos diversos registros que ela contém.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL:

Subsidiar a compreensão de conceitos necessários para a construção de circuitos elétricos simples utilizando simulações computacionais como ferramenta, relacionando-os com circuitos elétricos reais, a partir de uma sequência didática implementada pelo viés da Teoria de Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Empregar uma estratégia de ensino colaborativa a partir do uso de diferentes registros de representações semióticas articulando-os, através de uma sequência didática de ensino-aprendizagem.
- Verificar se as conversões entre registros de representações de um mesmo objeto influenciam em uma melhor compreensão de conceitos essenciais para construção desses circuitos.
- Associar o processo de construção, por meio de modelos computacionais, de circuitos simples e os elementos que o envolvem com dispositivos elétricos presentes em nosso cotidiano.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 CIRCUITOS ELÉTRICOS: CONCEITOS E CLASSIFICAÇÕES

3.1.1 Diferença de potencial (d. d. p.)

Dada uma partícula de massa m no espaço, sujeita a uma força, eu consigo escrever a dinâmica dessa partícula a partir da seguinte característica da força:

$$\vec{F}(x, y, z) = F_x(x, y, z)\hat{x} + F_y(x, y, z)\hat{y} + F_z(x, y, z)\hat{z} \quad [1]$$

A energia potencial $U(x, y, z)$, por sua vez, é uma função escalar que depende apenas de (x, y, z) . Mas, a grande pergunta é: dada uma força, eu consigo associar a ela uma energia potencial? Neste caso, só é possível realizar essa associação quando a força tem caráter conservativa. Neste caso, a força eletrostática é conservativa e, portanto, para deslocarmos uma dada carga de um ponto (a) para um ponto (b), isso independe do caminho que esse deslocamento ocorra.

Deste modo, haverá um trabalho associado, a qualquer trajetória que se deseje utilizar, para levar a carga de um ponto a outro que é definido por:

$$W = \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{l} \quad [2]$$

Que é uma integral de linha que toma ponto a ponto o produto escalar entre a força e o deslocamento por uma das trajetórias escolhidas, assim, obtenho o trabalho necessário para levar a carga de um ponto a outro. Uma vez que a força é conservativa e, logo, o trabalho independe da trajetória, isso implica que em um caminho fechado, integral de linha será nula:

$$W = \oint \vec{F} \cdot d\vec{l} = 0 \quad [3]$$

Logo, existe uma função escalar, tal que:

$$\vec{F} = -\vec{\nabla}U \quad [4]$$

Ou seja, dada uma função escalar, pode-se obter uma força para qualquer posição. O gradiente dessa função escalar permite obter um vetor que aponta na direção de crescimento da função. Pelo teorema do trabalho e da energia potencial, pode-se escrever:

$$\Delta U = -W = U_b - U_a \quad [5]$$

Isso nos permite ter uma relação entre força, trabalho e energia contidas nas equações [4] e [5]. No entanto, sabe-se que a variação dessa energia potencial depende do valor da carga que se pretende deslocar de um ponto a outro, neste caso, lançamos mão de uma grandeza escalar, cuja intensidade só dependa do campo elétrico, uma vez que o potencial é uma propriedade intrínseca do campo elétrico. Essa grandeza é denominada de diferença de potencial elétrico (d. d. p.):

$$V_b - V_a = \frac{\Delta U}{q} = U_b - U_a \quad [6]$$

Que mede a variação de energia por unidade de carga. De modo mais geral, para um deslocamento finito do ponto a para o ponto b, a diferença de potencial é definida através da seguinte integral:

$$V_b - V_a = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad [7]$$

“A diferença de potencial entre dois pontos (medida em Volts) é comumente chamada de **voltagem** entre dois pontos” (Tipler, 2015, p.73).

Em uma bateria veicular, por exemplo, o polo positivo possui um potencial 12 volts maior que o polo negativo. Se anexarmos à bateria um dispositivo que venha consumir 1 Coulomb de carga elétrica, transitando entre esses polos do maior para o menor potencial, essa energia potencial decrescerá: $Q \Delta V = 1(C) 12(V) = 12 \text{ Joules}$.

3.1.2 Corrente elétrica

A grandeza física potencial elétrico está relacionada diretamente com o movimento de cargas elétricas, através da d.d.p. (diferença de potencial elétrico). Quando temos uma carga elétrica que é imersa em um campo elétrico, há a possibilidade de ela ser atraída ou repelida, processo que resulta em seu movimento (deslocamento dentro do campo). Há nesse caso, uma energia potencial elétrica que é armazenada em um campo elétrico e, explica a força que impulsiona as cargas a se moverem em direção ao polo positivo.

Neste caso, sejam duas placas que apresentem uma diferença de potencial. Ao conectá-las através de um fio quase que instantaneamente, um movimento de cargas se estabelecerá da placa de menor potencial para a placa de maior potencial, a esse movimento denominamos de corrente elétrica e ela decorre do movimento dos elétrons livres presentes na configuração em questão. Por definição, convencionou-se que o sentido estabelecido da corrente é o oposto ao sentido do movimento dos elétrons.

Portanto, “a intensidade i da corrente através de uma dada secção do fio condutor é definida como a quantidade de carga que atravessa esta secção por unidade de tempo” (Nussenzveig, 2015, p.101) e é dada por:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad [8]$$

Sua unidade no Sistema Internacional é o Ampere (A). Como nossa percepção de tempo para que uma dada corrente se estabeleça, dizemos que ela é estacionária, onde, neste estado “não há mais acúmulo de cargas em pontos ao longo do circuito e a corrente é constante” (Tipler, 2015). Mesmo em circuitos onde existam resistores e/ou capacitores, esse movimento de cargas pode aumentar ou diminuir lentamente, entretanto, o tempo para que a corrente se torne estacionária é menor do que o tempo em que essas variações ocorrem.

Cabe ressaltar que “a corrente é o resultado do movimento de mais de uma espécie de carga móvel, [...] então a corrente total é a soma das correntes para cada uma das espécies individuais de cargas móveis” (Tipler, 2015, p.146). Neste caso, faz total sentido definir um **vetor densidade de corrente** $\vec{j}$ que represente o número de portadores de carga que atravessa uma dada área seja ela transversal ou oblíqua ao condutor, através do qual elas se movem.

Para n portadores de carga por unidade e volume, em que cada um possui uma carga q , o vetor densidade de corrente será dado por:

$$\vec{j} = qn \cdot \vec{v}_d \quad [9]$$

Onde, $\vec{v}_d$ é a rapidez de deriva dos portadores de carga.

Então, “a corrente através de uma superfície S é definida como o fluxo do vetor densidade de corrente através da superfície” (Tipler, 2015, p.147). E podemos defini-la por:

$$I = \int_S \vec{j} \cdot \hat{n} dA = \int_S \vec{j} \cdot d\vec{A} \quad [10]$$

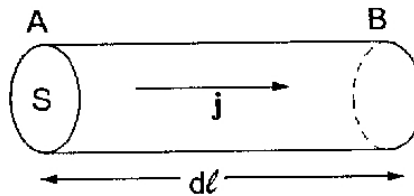
3.1.3 Resistência elétrica e lei de Ohm

Ao percorrer um material a corrente elétrica é resultado da resposta das partículas carregadas desse meio às forças que agem sobre elas. Ou seja, essa resposta tem uma relação direta com a natureza do material. De modo que para uma gama de materiais considerados *isotrópicos* líquidos e sólidos, essa resposta é quantificada pela 1ª lei de Ohm, “que recebe o nome de equação constitutiva”(Nussenzveig, 2015):

$$\vec{j} = \sigma \vec{E} \quad [11]$$

Em que σ é uma constante denominada *condutividade elétrica*, que é característica do material. O recíproco desta constante é denominado de *resistividade elétrica* e é representada pela letra grega “rô”: ρ . Cabe ressaltar aqui que “a resistividade é uma propriedade de um material, e a resistência é uma propriedade de um componente”(Halliday; Resnick; Walker, 2016).

Figura 1: secção de um dado condutor elétrico



Fonte: (Nussenzveig, 2015, p.105)

Seja uma secção de um condutor elétrico de comprimento dl , de seção transversal S e percorrida por uma corrente $\vec{j}$ em um sentido perpendicular à seção S , e homogênea. Pela equação [11], o mesmo, vale para o campo elétrico. Então, a diferença de potencial entre as seções A e B será dada por:

$$dV \equiv V_A - V_B = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad [12]$$

Como o campo é uniforme e paralelo à $d\vec{l}$, em que, combinando a equação [10] e a [12], temos que a intensidade da corrente nesta secção do fio, vale:

$$dV = \frac{i}{\sigma A} \cdot dl \quad [13]$$

deste modo, para um condutor de secção constante entre os pontos A e B e comprimento l , cuja resistência eléctrica do fio entre os pontos tratados, seja definida por: $R = \frac{l}{\sigma A}$, temos uma queda de potencial sobre o fio que vale:

$$V_A - V_B = V = Ri \quad [14]$$

De acordo com (Halliday; Resnick; Walker, 2016):

É frequente ouvirmos a afirmação de que $V = iR$ é uma expressão matemática da lei de Ohm. Isso não é verdade! A equação é usada para definir o conceito de resistência e se aplica a todos os componentes que conduzem corrente eléctrica, mesmo que não obedeçam à lei de Ohm.

No entanto, para que um material obedeça a lei de Ohm, a relação entre a corrente i e a queda de tensão V , deve ser linear dentro de certos limites, neste caso, ela aponta para um comportamento do material que se está analisando e não o componente eléctrico em si.

Neste caso, a melhor definição a ser dada é: “Um material obedece à lei de Ohm se a resistividade do material, dentro de certos limites, não depende do módulo nem do sentido do campo eléctrico aplicado” (Halliday; Resnick; Walker, 2016), tornando, assim, a equação [11] mais relevante para justificar a **lei de Ohm**.

Por fim, se a lei de Ohm direciona nosso olhar para o comportamento dos materiais, logo, é correto justificar que a resistência eléctrica que um material possa vir a apresentar está ligada às características desse material. Neste caso, podemos defini-la através da sua condutividade (σ) ou da sua resistividade (ρ):

$$R = \frac{l}{\sigma A} = \rho \frac{l}{A} \quad [15]$$

Onde, A é a área da secção transversal do material através do qual a corrente eléctrica passa e, l é o comprimento do material.

3.1.4 Circuitos eléctricos em corrente contínua (CC)

3.1.4.1 Definição

“Um circuito eléctrico é uma interconexão de elementos eléctricos” (Alexander; Sadiku, 2013). Cada componente de um circuito é denominado de elemento de circuito, e para este

texto, utilizaremos apenas alguns, visto que, não é proposta do trabalho desenvolver um material que envolva análise profunda de circuitos elétricos.

Inicialmente, apresentamos um pequeno tratado sobre o comportamento da energia em circuitos elétricos, suas relações com a diferença de potencial e com a corrente elétrica que por ele passa, e como ocorre dissipação de parte dessa energia.

3.1.4.2 Energia em circuitos elétricos

Quando um condutor é submetido a um campo elétrico, um trabalho do campo é realizado sobre os elétrons livres, fazendo com que ganhem energia cinética. No entanto, parte dessa energia é dissipada em energia térmica no condutor por interações entre esses elétrons livres e os íons presentes no condutor. “Esse mecanismo para aumento de energia térmica de um condutor é chamado de **aquecimento joule**” (Tipler, 2015).

Seja a definição de diferença de potencial e sua relação com a variação de energia por unidade de carga demonstrada na equação [6]. Se considerarmos que $V_a > V_b$, temos uma perda líquida na energia potencial, o que nos leva a definir esta perda através da relação: $-\Delta U = qV$. Em que, $V = V_a - V_b$ representa “a queda de potencial no segmento na direção e sentido da corrente. A taxa de perda de energia potencial é:

$$-\frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{q}{\Delta t} \cdot V \quad [16]$$

Tomando o limite considerando $\Delta t = 0$,

$$-\frac{dU}{dt} = \frac{dq}{dt} V \quad [17]$$

E, comparando com a equação [8],

$$-\frac{dU}{dt} = i \cdot V \quad [18]$$

Onde, o lado esquerdo dessa equação é definido como a potência elétrica. De acordo com Tipler (2015, p.155), “a taxa de perda da energia potencial é a potência P entregue ao segmento condutor e é igual à taxa de dissipação de energia potencial elétrica no segmento”. Temos, então, para a equação acima, a seguinte igualdade: $P = i \cdot V$. Essa igualdade indica a taxa em que a energia potencial é entregue a um dado dispositivo presente em um circuito elétrico, é o produto entre a queda de potencial nele e a corrente que o atravessa.

Ao combinarmos esta última igualdade com a equação [14], temos a seguinte expressão:

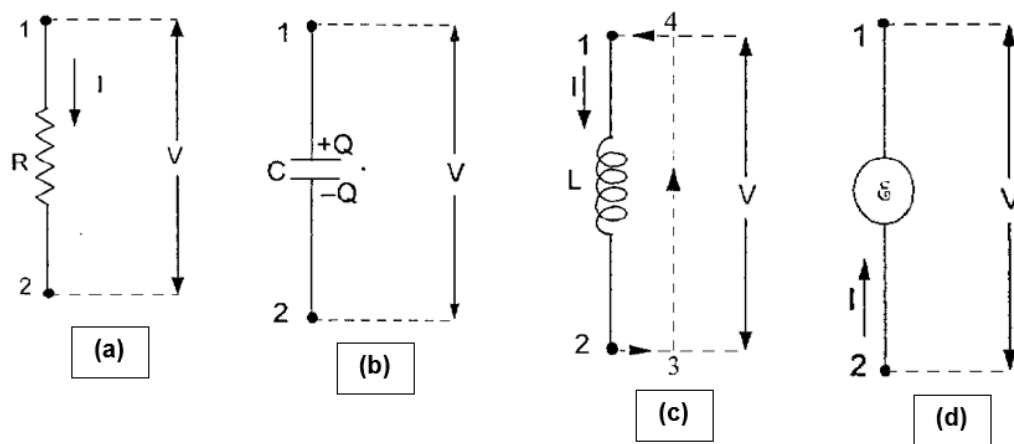
$$P = I^2 R = \frac{V^2}{R} \quad [19]$$

Esta relação, define a potência que é entregue a um elemento resistor.

3.1.4.3 Elementos de circuito

Seja a figura abaixo:

Figura 2: Elementos de circuitos essenciais

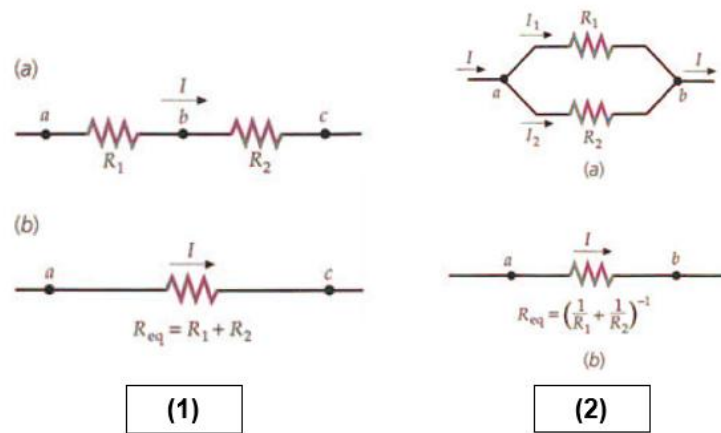


Fonte: Adaptado do texto do autor (Nussenzveig, 2015)

Nela, temos quatro simbologias para quatro elementos de circuitos dito “essenciais” diferentes e, logo, apresentam características intrínsecas distintas e comportamentos também distintos, quando submetidos a correntes contínuas e alternadas.

(a) Resistor. Dito ôhmico, ou seja, que dentro de um certo regime seu comportamento obedece à lei de Ohm, realiza uma conversão de energia elétrica em térmica, que foi definida como efeito Joule. Sua propriedade de resistência elétrica é medida em Ohms (Ω) no SI. Nela, a potência dissipada é dada pela equação [19]. Podemos associar dois ou mais resistores de três formas: associação em série, em paralelo e mista. Neste texto, discutiremos apenas as principais propriedades e particularidades dessas associações. Seja a figura abaixo:

Figura 3: resistores associados em série (1) e em paralelo (2)



Fonte: extraído e adaptado do livro do autor (Tipler, 2015)

Na associação em série, seus terminais se combinam de forma consecutiva conforme a figura acima no item (1.a). Deste modo, a corrente que passa por ambos é a mesma, no entanto, haverá uma queda de potencial sobre cada um deles. Em que “a queda de potencial nos dois resistores é a soma da queda de potencial nos resistores individuais” (Tipler, 2015). Neste caso, a resistência total, ou equivalente para n resistores associados é dada por:

$$R_T = \sum_{j=1}^n R_j \quad [20]$$

Em paralelo (figura acima item 2.a), a corrente que atravessa os resistores se divide, conforme o valor de suas resistências, no entanto, eles estão submetidos a uma mesma diferença de potencial. Para um conjunto de n resistências associadas em paralelo a resistência total será:

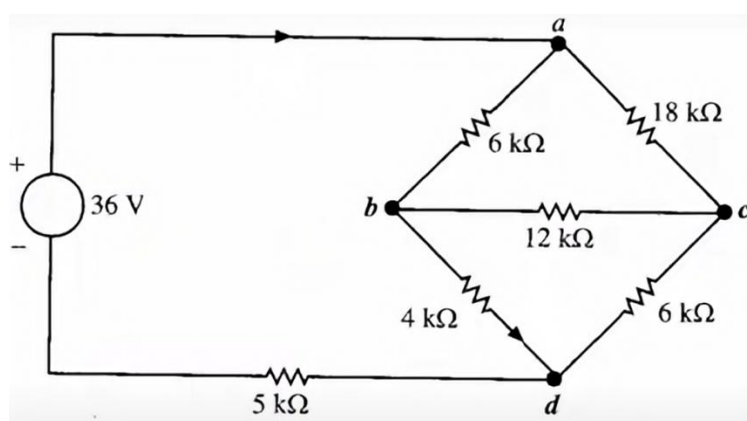
$$\frac{1}{R_T} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j} \quad [21]$$

No entanto, para associarmos resistores de forma mista, faça-se saber, que é preciso de pelo menos três resistores para que possamos configurá-los desta maneira, em sua maioria, circuitos contendo resistores associados de forma mista, podem ser reduzidos a um único resistor equivalente fazendo uso de uma análise ponto a ponto de um pequeno conjunto de resistores que estejam configurados em série ou paralelo. Deste modo, a cada combinação feita, reduzimos um dado conjunto a um único resistor e combinando-o com o próximo conjunto de resistores presentes no circuito, processo este que culmina em apenas um único resistor equivalente que representa a resistência elétrica total do circuito.

Porém, há circuitos que não se faz possível, a partir de uma análise inicial, associarmos sejam combinações de dois, três, uma vez que, nenhum deles está em série ou em paralelo com um outro. Por este motivo, fazemos uso de algumas técnicas para buscar uma melhor solução para a análise do circuito que estamos fazendo. Uma delas, é a técnica **Delta-Estrela**, mas também conhecida como associação **Estrela-triângulo**.

Para isso, consideraremos um arranjo de forma **mista** em que, a partir de uma primeira análise, não é possível observar uma associação paralela ou série, como a seguir:

Figura 4: Circuito misto



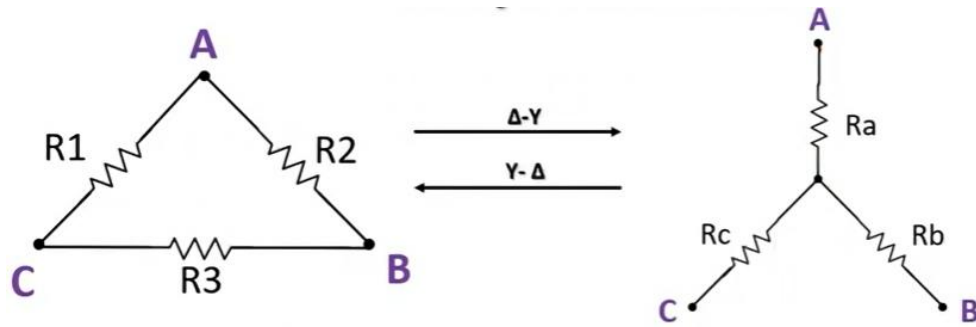
Fonte: obtido de um canal do Youtube¹ (editado pelos autores)

Notemos que não é possível associarmos, por exemplo, os resistores de 6kOhms e 18kOhms que estão unidos pelo ponto *a*, pois suas outras extremidades se encontram em pontos distintos, *b* e *c*, respectivamente, que estão vinculados ao resistor de 12kOhms.

Podemos então fazer uso da técnica supracitada, e observar a possibilidade de encontrar um arranjo em estrela ou em triângulo para que possamos reestruturar o circuito acima. A técnica consiste em:

Figura 5: Arranjo Delta-estrela e vice-versa

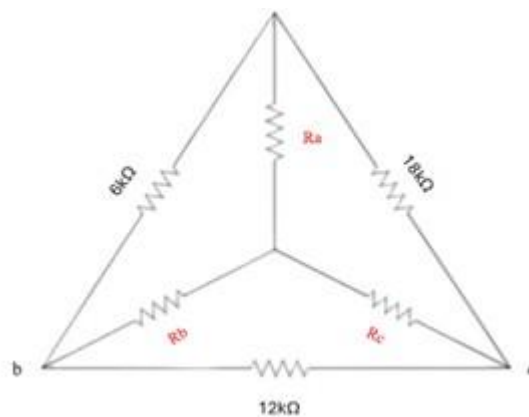
¹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Tb9-szLTm-M&list=WL&index=1&t=76s>



Fonte: Obtido de um canal do Youtube (vide: nota de rodapé 1 - editado pelos autores)

Identificar um desses dois arranjos presente no circuito e converter no outro. Neste caso, observamos que há um arranjo do tipo Delta (triângulo) no circuito que estamos analisando, e buscaremos convertê-lo no arranjo Estrela. Para isso, reescrevemos o circuito cujo arranjo está em Delta na parte superior, em um arranjo estrela, obtendo então a seguinte configuração:

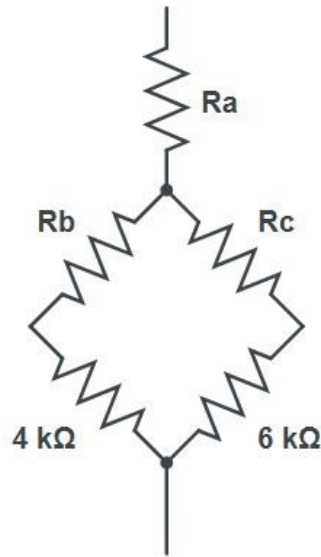
Figura 6: reescrevendo o arranjo delta do circuito a ser analisado



Fonte: Autoria própria

Esse novo arranjo, substituirá os resistores de 6k, 8k e 12kΩ, transformando-os nos resistores R_a , R_b e R_c , conforme arranjo em vermelho na figura acima. Assim, ficamos com um novo arranjo no circuito:

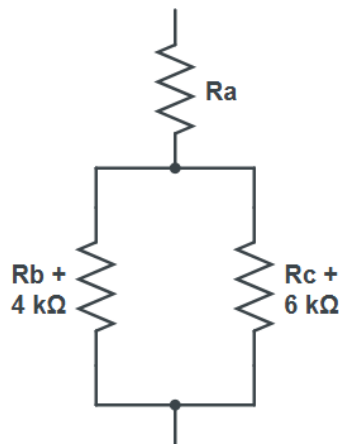
Figura 7: novo arranjo após as devidas substituições



Fonte: Autoria própria

Ficamos então com a configuração acima, após realizarmos essa conversão Delta-Estrela. O que se observa, é que os resistores R_b e $4\text{k}\Omega$ estão em série, assim como os resistores R_c e $6\text{k}\Omega$, e ambos os pares estão em paralelo, formando a seguinte configuração:

Figura 8: equivalência em série estruturando os resistores em paralelo



Fonte: Autoria própria

Quanto aos valores dos resistores R_a , R_b e R_c , foram obtidos a partir das seguintes transformações feitas entre as configurações de Delta para Estrela, mas também, podemos obtê-los a partir de equações que nos dão valores de Estrela para Delta:

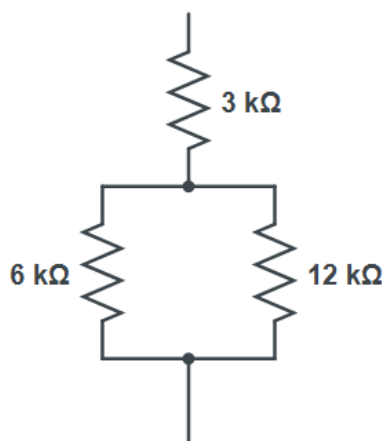
Figura 9: Equações para obtenção dos valores dos resistores substitutos

$\Delta \Rightarrow Y$ $R_a = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$ $R_b = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$ $R_c = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$		$Y \Rightarrow \Delta$ $R_1 = \frac{R_a \cdot R_b + R_b \cdot R_c + R_a \cdot R_c}{R_b}$ $R_2 = \frac{R_a \cdot R_b + R_b \cdot R_c + R_a \cdot R_c}{R_c}$ $R_3 = \frac{R_a \cdot R_b + R_b \cdot R_c + R_a \cdot R_c}{R_a}$
--	--	--

Fonte: Editado de um canal do Youtube pelos autores (vide nota de rodapé n.1)

“Cada resistor na rede Y é o produto dos resistores dos dois ramos adjacentes dividido pela soma dos três resistores Δ ” (Alexander; Sadiku, 2006, tradução nossa). Neste caso, não é necessário memorizar as fórmulas acima propostas. Assim, obtemos os valores dos resistores substitutos iguais a: $3\text{k}\Omega$, $2\text{k}\Omega$ e $6\text{k}\Omega$, respectivamente. Desta forma, o circuito da figura 7 fica configurado da seguinte maneira:

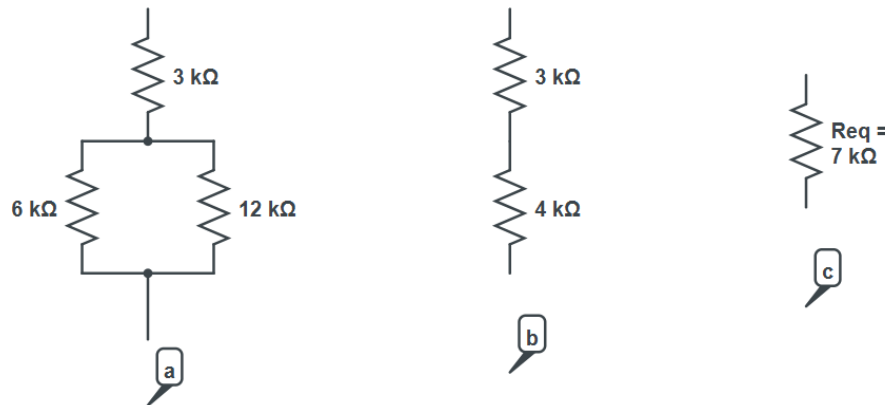
Figura 10: Circuito após a substituição dos valores dos resistores em Estrela



Fonte: Autoria própria

Ficando então resumido a dois resistores em paralelo de 6k e 12k , respectivamente, cuja resistência equivalente pode ser obtida através da equação n. 21, obtendo um valor igual à $4\text{k}\Omega$, ficando em série com o resistor da parte superior igual a $3\text{k}\Omega$. Sendo assim, a resistência equivalente desta associação em série, poderá ser calculada a partir da equação 20, obtendo como resultado uma resistência elétrica de $7\text{k}\Omega$ (figura 11.c). Em resumo, temos a seguinte sucessão para explicar essas associações:

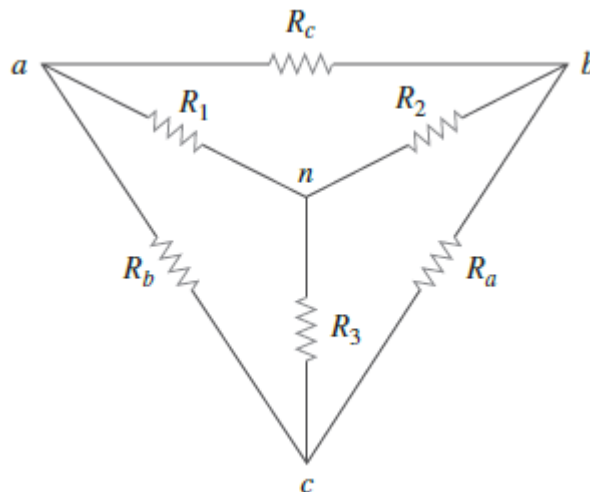
Figura 11: resumo de cada associação feita após a substituição $\Delta - Y$



Fonte: Autoria própria

Por fim, para que se possa converter Y em Δ , vamos considerar a seguinte figura:

Figura 12: Superposição das redes Y e Δ



Fonte: Extraído do livro dos autores (Alexander; Sadiku, 2006)

Seja a configuração em Estrela composta pelos resistores R_1 , R_2 e R_3 que queiramos converter no arranjo Delta formado pelos resistores R_a , R_b e R_c . Neste caso, “Cada resistor na rede Δ é a soma de todos os produtos possíveis do resistores Y tomados em pares, divididos pelo resistor Y oposto”(Alexander; Sadiku, 2006). Dessa maneira, para calcularmos o resistor substituto R_a , façamos o seguinte cálculo:

$$R_a = \frac{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_3 \cdot R_1}{R_1} \quad [21]$$

Sendo R_1 oposto a R_a , ele fica no denominador da expressão. Assim como, para encontrar R_b , o valor de resistência no denominador, ficará o mesmo do resistor R_2 , e claro, para

encontrar R_c , o valor presente no denominador será o mesmo do resistor R_3 , convertendo assim, todo o circuito estrela em delta (ou triângulo).

(b) Capacitor. Em um capacitor, cujas placas são denominadas de armaduras, uma delas possui carga $+Q$ e a outra carga $-Q$. A queda de potencial de 1 para 2 (conforme a figura de sua representação) é dada por: $V = \frac{Q}{C}$, onde C é a sua capacitância. Sua principal função em um circuito é armazenar energia eletrostática. A capacitância nos dá a medida de quanta carga é possível armazenar por diferença de potencial. Essa grandeza, é medida em Farad (F) no SI. A energia total que pode ser armazenada é definida tal que:

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{Q^2}{2C} \quad [22]$$

Assim como com resistores, podemos associar também os capacitores. Suas disposições de montagem ocorrem do mesmo modo como ocorre com resistores. No entanto, para uma associação de n capacitores em série, a capacitância total do circuito é definida por:

$$\frac{1}{C_T} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{C_j} \quad [23]$$

E para uma associação de n capacitores em paralelo, a equação é similar à equação para associação de resistores em série. Desta forma, ela assume a seguinte forma:

$$C_T = \sum_{j=1}^n C_j \quad [24]$$

(c) Indutor. “É um elemento idealizado dentro do qual o campo magnético se supõe inteiramente confinado, como num solenoide infinito, e de resistência desprezível” (Nussenzveig, 2015). Neste caso, o vetor campo elétrico é nulo ao longo do solenoide. Neste caso, a queda de potencial através de suas extremidades no sentido da corrente elétrica é dada por:

$$V = L \frac{dl}{dt} \quad [25]$$

Nele, a energia elétrica é armazenada sob a forma magnética. Sendo definida a partir da seguinte expressão:

$$U = \frac{1}{2}LI^2 \quad [26]$$

(d) Gerador. É definido como um elemento ativo que fornece energia ao circuito elétrico. Nele a corrente elétrica o atravessa em sentido contrário ao da queda de potencial. Neste caso, a força eletromotriz (fem) que é produzida por esse gerador é dada por:

$$\int_2^1 E \cdot dl = - \int_2^1 dV = V_2 - V_1 = -\varepsilon \quad [27]$$

Essa f.e.m. é medida em Volts no SI. Quando uma carga ΔQ atravessa um gerador sua energia aumenta na quantidade $\Delta Q\varepsilon$. Então a taxa na qual a energia é fornecida pelo gerador é a potência da fonte:

$$P = \frac{\Delta Q\varepsilon}{\Delta t} = I\varepsilon \quad [28]$$

3.1.4.4 Leis de Kirchoff

A primeira lei de Kirchoff, denominada de **lei das malhas** está diretamente ligada ao conceito de campo conservativo. Neste caso, para um campo conservativo vale a seguinte igualdade:

$$\oint_c \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0 \quad [29]$$

Neste texto, sabe-se que ΔV e $\vec{E}$ estão relacionadas pela equação [7]. Neste caso, a primeira lei de Kirchoff diz que: “ao percorrer qualquer malha fechada, a soma algébrica das variações no potencial ao longo da malha deve ser igual a zero” (Tipler, 2015).

A segunda lei de Kirchoff, **lei dos nós** está associada a conservação da carga. É empregada na análise de circuitos, em que, em uma dada junção de elementos de circuitos, haja três ou mais componentes. Esta junção é denominada **nó**. E ela enuncia que: “em qualquer junção (ponto de ramificação) em um circuito onde a corrente pode se dividir, a soma das correntes que chegam na junção deve ser igual à soma das correntes que saem da junção” (Tipler, 2015).

De fato, como uma junção é um ponto de área superficial muito pequeno, não há como haver acúmulo de cargas nela. E, como a não pode ser criada, esta lei deriva sim da conservação. Neste caso, “se tomarmos uma superfície S fechada em torno de um nó A , o ponto A não é fonte nem sorvedouro de cargas (conservação da carga), de modo que, se $\vec{J}$ é a densidade de corrente” (Nussenzveig, 2015), pode-se afirmar que:

$$\oint_S \vec{J} \cdot d\vec{S} = 0 \quad [30]$$

3.1.5 Elementos de circuito em corrente alternada CA

A geração de corrente alternada ocorre através da rotação de uma bobina imersa em um campo magnético. Essa rotação tem frequência de aproximadamente 60 ciclos por segundo, no Brasil. Nesse processo de geração, o potencial é bastante elevado nos condutores, pois, “a vantagem da transmissão de potência em alta voltagem é que a corrente I associada é baixa, reduzindo a perda I^2R nos fios de transmissão” (Nussenzveig, 2015, p. 191).

Neste contexto o gerador se comporta como uma força externa com frequência angular ω e, em resposta, os elementos de circuito a ele conectados dissipam parte dessa energia em efeito Joule. No entanto, uma outra parte, faz com que os dispositivos a ele associados oscilem com a mesma frequência angular da fonte.

Assim, para um gerador cujas oscilações ocorrem com uma dada frequência angular, a sua força eletromotriz será dada por:

$$\varepsilon = \varepsilon_p \cos \omega t \quad [31]$$

Onde ε_p é a força eletromotriz de pico e, “se a bobina com N voltas tem área A e se o campo magnético é uniforme com intensidade B , a fem de pico é dada por ωNBA ” (Tipler, 2015).

(1) resistor em CA. Um resistor submetido a uma fonte de CA, apresenta uma queda de potencial e uma corrente elétrica que o atravessa, em fase. Assim, seu comportamento em relação a fonte será regido por:

$$V_{Rp} \cos \omega t = IR \quad [32]$$

O termo V_{R_p} é definido como a queda de tensão de pico no resistor. Essa equação [32] associada com a equação [14], nos leva a definir uma corrente que se relaciona a uma corrente de pico que atravessa o resistor dada por:

$$I = \frac{V_{R_p}}{R} \cos \omega t = I_p \cos \omega t \quad [33]$$

Pela equação [19], temos:

$$P = (I_p \cos \omega t)^2 R \quad [34]$$

Que diz, que “a potência entregue ao resistor varia com o tempo” (Tipler, 2015).

(2) Indutor em CA. Ao ser percorrido por uma corrente variável, devido estar associado a uma fonte de corrente CA, uma f.e.m. reversa é gerada devido a esse fluxo variável. Esta queda de potencial no indutor então é dada por

$$V_L = L \frac{dI}{dt} \quad [35]$$

Logo, a queda de potencial no indutor é igual a força eletromotriz do gerador (equação 31) e, portanto,

$$V_L = V_{L_p} \cos \omega t \quad [36]$$

Ao igualarmos as equações [35] e [36] acima, e organizando os termos, podemos definir a corrente que passa no indutor:

$$dI = \frac{V_{L_p}}{L} \cos \omega t dt \text{ e, integrando, } I = \frac{v_{L_p}}{L} \int \cos \omega t dt = \frac{V_{L_p}}{\omega L} \sin \omega t \quad [37]$$

a menos de uma constante C que surge na integração, que é a componente CC da corrente. O termo presente no denominador após a igualdade na equação [37], representa uma grandeza característica dos indutores, é chamado de **reatância indutiva** X_L . Dado por $X_L = \omega L$. Sua unidade no SI, também é dada em Ohms (Ω). Quanto maior for essa quantidade para uma dada queda de potencial, menor será a corrente. “Diferentemente da resistência, a reatância indutiva depende da frequência – quanto maior a frequência, maior a reatância” (Tipler, 2015).

(3) Capacitor. Quando presente em circuitos cc, um capacitor se comporta como um circuito aberto. No entanto, em corrente alternada a carga continua a fluir em direção às suas placas e saindo através delas. Ao aumentarmos a frequência, ele passa a se comportar como

um curto-circuito. Ao conectarmos nos terminais de um gerador, temos um circuito puramente capacitivo. A queda de potencial no capacitor V_c é igual a fem do gerador e podemos associar a:

$$V_c = \frac{Q}{C} = \varepsilon_p \cos \omega t = V_{c_p} \cos \omega t \quad [38]$$

E a partir da relação acima, temos

$$Q = V_c C = V_{c_p} \cdot C \cos \omega t = Q_p \cos \omega t \quad [39]$$

Sendo Q_p a carga de pico, ou seja, a quantidade máxima de carga que o capacitor suporta, e sua relação com a corrente que atravessa suas placas é dada por:

$$I = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(Q_p \cos \omega t) = -\omega Q_p \sin \omega t \quad [40]$$

“Assim como no indutor, a queda de tensão no capacitor está 90° fora de fase com relação a corrente do circuito” (Tipler, 2015). E a relação acima nos leva a definir que $I_p = \omega Q_p$. E, a seguir, podemos obter uma nova grandeza física característica dos capacitores quando submetidos à correntes CA:

$$I_p = \omega Q_p = \omega C V_{c_p} = \frac{V_{c_p}}{1 / \omega C} = \frac{v_{c_p}}{X_c} \quad [41]$$

O termo X_c na equação acima é denominada de **reatância capacitiva** do circuito. Sua unidade no SI é Ohm (Ω). “para $\omega \rightarrow 0 \Rightarrow X_c \rightarrow \infty$: as placas do capacitor estão isoladas uma da outra (circuito aberto). Para $\omega \rightarrow \infty \Rightarrow X_c \rightarrow 0$: variações rápidas são transmitidas” (Nussenzweig, 2015). A reatância capacitiva depende da frequência da corrente elétrica. Se a frequência aumenta a reatância diminui, portanto, menor o impedimento do capacitor ao fluxo de carga.

3.2 SEMIÓTICA

3.2.1 Quem é Raymond Duval

Raymond Duval é filósofo, psicólogo de formação e professor emérito da Université du Littoral Côte d'Opale em Dunquerque, França. Duval investiga a aprendizagem matemática-

ca e o papel dos registros de representação semiótica para a apreensão do conhecimento matemático. É responsável pelo desenvolvimento da Teoria dos registros de representação semiótica e importantes estudos em psicologia cognitiva desenvolvidos no Instituto de Pesquisa em Educação Matemática (IREM) de Estrasburgo, França entre os anos de 1970 a 1995.

A primeira apresentação sistematizada de sua teoria aconteceu em sua obra *Sémiosis et pensée humaine: Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*, do ano de 1995, cujo primeiro capítulo foi traduzido para língua portuguesa pela Editora Livraria da Física.

3.2.2 O que é semiótica

A nossa vida é preenchida com linguagem. William S. Burroughs disse certa vez que a linguagem é um vírus. Quando nascemos, somos infectados por esse vírus sendo tomados por ele. Toda a nossa existência seja ela cognitiva, sensorial, o nosso entendimento de vida e de mundo é preenchido pela linguagem. Não existe conhecimento ou cognição fora do mundo da linguagem. É nela, que damos sentido ao mundo, que damos significado a ele. Que o transformamos em signos. Uma vez que essa compreensão exista, passamos a dar nomes a esses signos.

Se isso acontece, os processos vão se construindo historicamente e culturalmente a partir de uma dada forma de linguagem. É na linguagem que tudo pode ser construído.

A palavra **semiótica** tem origem antiga, remetendo-nos à Grécia. Onde, os gregos tinham uma expressão cuja pronúncia era “**semeion**” que era utilizada quando se denotava uma representação B associada a um fenômeno natural A ligados por meio de causa e efeito. Esta expressão normalmente era traduzida “por ‘signo’, que constitui a raiz etimológica, embora não conceitual, da palavra ‘semiótica’”(Deely, 2003, apud. D’amore; Pinilla; Iori, 2015, p.28).

Neste caso, os gregos foram os primeiros a fazer distinção entre um dado fenômeno natural, entendido como teoria do signo e, a teoria da linguagem. Séculos mais tarde, Agostinho denotou o termo **signum** para se referir “não apenas de eventos naturais, mas também de signos que permeiam ou que constituem nosso próprio mundo cultural, como os signos linguísticos, matemáticos, artísticos, ...” (D’amore; Pinilla; Iori, 2015).

Para Raymond Duval, a semiótica como disciplina científica foi fundada quase que ao mesmo tempo por: Charles S. Peirce, Ferdinand de Saussure e, Gottlob Frege. Peirce, buscou estruturar as representações em semióticas e não-semióticas criando uma relação entre desenvolvimento do conhecimento com o que se entendia como experiência concreta. Saussure, buscou definir que signos possuem relação de oposição ou de ligação com outros signos.

Contrário a ambos, Frege, partiu do “exemplo das linguagens simbólicas e formais, explicou como o processo semiótico é produtor de novos conhecimentos em matemática” (D’amore; Pinilla; Iori, 2015). Dada a sua abrangência seja devido aos diversos olhares e vieses pelos quais passou, seja pelas inúmeras aplicações nas diversas áreas do conhecimento humano, a semiótica tornou-se um campo científico enorme, de modo que, a melhor forma de defini-la é como “algo nascendo e em processo de crescimento. Esse algo é uma ciência, um território do saber e do conhecimento ainda não sedimentado, indagações e investigações em progresso” (Santaella, 2012).

Desde 1980, Duval buscou tornar evidente a necessidade de introduzi-la na matemática, demonstrando as armadilhas que ela pode sugerir na construção dos objetos matemáticos por parte dos aprendizes. Mas, por que se faz necessário um outro viés? Para Duval (2009) “o ensino da matemática tem levado a considerar outros pontos de vista, além daquele de caráter matemático, [...] por exemplo, daqueles que concernem aos processos de aquisição dos conhecimentos, à motivação dos alunos, [...] perguntas sobre a própria natureza da atividade e do pensamento matemático”.

Essa necessidade de novas formas de representação advém da evidência das dificuldades de compreensão perceptíveis no processo de ensino-aprendizagem da matemática.

3.2.3 R. Duval e a Teoria de Registros de Representação Semiótica – TRRS

Essa teoria, intitulada Teoria dos Registros de Representação Semiótica, desenvolvida por Duval em 1995, situa que na atividade matemática, na mobilização dos seus objetos, só ocorre acessibilidade através de representações. Nessa teoria, dois termos se fazem importantes, os signos e as representações. Este último, é definido como um conjunto de signos com regras bem definidas.

Já os signos, de acordo com Duval (2011, p.38), podem ser entendidos como: “Unidades elementares de sentido que são apenas caracteres para codificar: letras, siglas, algarismos, às vezes palavras-chave, ou gestos de mão. O que equivale a considerar os signos como as ‘coisas’ pelas quais é preciso começar para dar sentido”.

As representações estão ligadas à etimologia do objeto em questão, ou seja, tudo aquilo que se refere ao objeto desde a sua concepção. São utilizadas para que possamos comunicar algo. Elas também, estão ligadas com o funcionamento do pensamento, na perspectiva de Duval, o pensamento matemático. Isso nos deixa uma margem ampla para desenvolver a TRRS em outras áreas do conhecimento, como por exemplo, as áreas científicas como física, química-

ca e biologia. Para Duval (2009), “o funcionamento cognitivo do pensamento humano se revela inseparável da existência de uma diversidade de registros de representação semiótica”.

Para Duval, o pensamento humano se desenvolve a partir de dois processos: A *semiós* que é a apreensão ou a produção de uma representação semiótica; e a *noé*sis que diz respeito aos atos cognitivos como a apreensão conceitual de um objeto.

As representações, contribuem para o desenvolvimento de três coisas importantes para o indivíduo:

- **O desenvolvimento das representações mentais:** As representações semióticas são interiorizadas pelo indivíduo, da mesma maneira que nós conseguimos fazer a interiorização das representações mentais, ou seja, de tudo aquilo que nos é percebido.
- **A realização de diferentes funções cognitivas:** as representações semióticas cumprem uma função de objetivação, ela tem uma expressão própria. Por exemplo, um dado indivíduo absorve um tipo de representação semiótica à sua maneira, com seu jeito único de enxergar e perceber as coisas. No entanto, apreender essa representação não implica em poder se comunicar com ela logo a seguir.
- **A produção de conhecimento:** as representações permitem que se consiga analisar um objeto em diferentes tipos de registros, dando possibilidades distintas de representações para ele.

Desta forma, o **pensamento matemático**, segundo Duval, só ocorre quando estes três itens estão em consonância. Ainda, no contexto de funções cognitivas, essas representações mentais estão ligadas ao tratamento que é preciso dar a uma determinada situação, pois, somente através das representações mentais isso não se faz possível.

Quanto aos **registros** podemos entendê-los como as formas diferentes em que se pode apresentar um dado conhecimento.

3.2.3.1 Atividades cognitivas fundamentais de representação ligadas à semiós

Para que ocorram os registros de representações semióticas, eles devem estar associados a três atividades cognitivas: A formação, o tratamento e a conversão. A **formação** diz respeito as regras e características do objeto tratado “seja para ‘expressar’ uma representação mental, seja para ‘evocar’ um objeto real” (Duval, 2009, p.53). O tratamento, envolve as transformações destas representações do objeto em outra representação dentro de um mesmo

registro, “ele é uma **transformação de representação interna a um registro**” (Duval, 2009, p.56).

Supondo que tenhamos o objeto equação. A esse objeto atribuímos um registro denominado de registro algébrico dando-lhe a devida representação semiótica. Toda manipulação que ocorrer desta equação dentro deste registro, pode ser entendida como um tratamento sendo realizado sobre essa representação.

No entanto, se essa representação for transformada em uma outra representação e, com isso, passar a ser integrada em um outro registro semiótico, a esse processo denominamos de conversão. “converter é transformar a representação de um objeto, de uma situação ou de uma informação dada num registro em uma representação desse mesmo objeto, dessa mesma situação ou da mesma informação num outro registro” (Duval, 2009, p.58).

O tratamento e a conversão são as atividades “diretamente ligadas à *propriedade fundamental das representações* semióticas: sua transformabilidade em outras representações que conservam seja todo o conteúdo da representação inicial seja uma parte somente desse conteúdo” (Duval, 2009).

Por exemplo, se definirmos agora o nosso objeto como sendo uma função do 1º grau. Em um primeiro momento, definimos a mesma através da linguagem textual, neste caso, criamos um registro em língua materna e inserimos essa representação nele.

Ao realizarmos a transformação dessa representação em uma forma algébrica, estamos criando um outro registro, neste caso o algébrico, e inserindo-a nesta nova representação. Temos então uma conversão. Se, além disso, desenvolvermos um gráfico para essa mesma função, teremos uma nova representação e, ainda, um novo registro que será denominado de registro gráfico. Portanto, uma nova conversão foi feita.

Figura 13: Alguns exemplos de registros semióticos



Fonte: (Henriques; Almouloud, 2016)

Esses registros se associam através de uma coordenação. Ela vai servir para gerar uma interrelação entre estes registros, porém, não devendo confundir as representações entre cada

registro. Uma função do 1º grau no registro algébrico é representada por um polinômio de grau um. No entanto, no registro gráfico, ela é representada por uma reta.

Figura 14: As atividades cognitivas e suas coordenações com o objeto



Fonte: (Henriques; Almouloud, 2016)

Para Duval, a condição necessária para ocorrência da aprendizagem matemática, é o trabalho com a coordenação, reconhecendo determinado objeto, em diferentes registros, por meio de suas representações. Ou seja, para um aluno aprender matemática, ou qualquer outra área que faça uso das representações semióticas, é necessário que ele consiga compreender pelo menos dois tipos de registros diferentes de um mesmo objeto matemático.

3.3 SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

3.3.1 Introdução

Observamos hoje que os recursos de informática tomaram conta do cotidiano da nossa sociedade. Estamos envolvidos por um mar de informações que a todo instante nos traz algo novo, seja inovador ou não. Este “novo mundo”, fez com que houvesse a necessidade do homem de integrar tais recursos aos diversos segmentos da sociedade, tais como: o trabalho na indústria, a cultura, as interações sociais, além de outros e a escola.

Porém vamos por partes, pois toda essa abordagem surgiu a partir das chamadas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's), e que são estudadas e abordadas em larga escala nos estudos sociológicos da atualidade que envolvem as relações, entre as pessoas, através destes meios. “Em países desenvolvidos, já em 1996, Baser observava que aproximadamente 90% dos laboratórios de pesquisa em Física eram assistidos por computa-

dores, e que os laboratórios de ensino caminhavam na mesma direção” (Silva; Silva; Macêdo, 2020).

Com o passar dos anos, diversos pesquisadores passaram a integrar o termo ensino todas as vezes em que estas tecnologias estiverem sendo abordadas no contexto escolar, e uma vez em que isso ocorre nos referimos às TICS como TICE. Neste trabalho, iremos utilizar a sigla mais encontrada nos diversos artigos que falam a respeito dessas tecnologias: TDIC's.

Devemos à priori, tornar claro que “quem está na sala de aula hoje não pode fechar os olhos para o uso da informática, que a educação se modifica e temos que nos valer daquilo que a sociedade nos fornece” (Santos; Rosa; Bulegon, 2021). E ainda, dar a importância devida para este novo universo que nos cerca e que permeia a escola.

Diante da presença da tecnologia no dia a dia das pessoas, aluno e professor têm assumido papéis diferentes daqueles antes típicos. O primeiro tem adotado uma postura ativa em que a coautoria, o autodidatismo, a proatividade e a colaboração são aspectos centrais. Já o segundo, enquanto aquele que por muito tempo foi visto como o único detentor do saber, agora atua como mediador, facilitador, incentivador e animador do educando no processo de formação.

É com essa nova postura presente no cenário atual da escola, que aluno e professor devem caminhar juntos nos mais diversos aspectos. Pois, esse processo de mudança no ambiente escolar, vai de encontro a novos saberes, novas abordagens e contextualizações, que visam não somente fazer com que sejam adotadas novas práticas, mas tornar o aluno parte integrante deste novo cenário.

Ao se ensinar física, o professor deve sempre ter alguns cuidados com os conteúdos abordados, pois este deve ter ciência de que esta disciplina simplesmente não é um emaranhado de equações matemáticas e que se resume apenas em realizar contas e encontrar um determinado resultado. Visto que, por detrás disso, tem-se a abordagem conceitual e ainda o estudo e a compreensão do fenômeno em si, e ainda a relação do fenômeno em questão com o meio em que este aluno se enxerga e está inserido.

Então podemos nos questionar sobre qual seria o papel das tecnologias no ensino de Física? Será que servem somente para ilustrar problemas que são de difícil imaginação para o aluno? Que devem apenas ilustrar um determinado fenômeno? Que apenas devem dar vida àquelas figuras que os alunos visualizam nos livros didáticos? É nesta linha de questionamentos que devemos conceber as tecnologias no ensino, de modo que elas possam vir a englobar todo esse conjunto de questões, questões estas que devem estar respondidas implicitamente quando os alunos passam a interagir com elas.

3.3.2 O uso das simulações computacionais no ensino de Física

Mergulhados neste mar de novas tecnologias, temos à nossa disposição, as chamadas simulações computacionais. Estas vieram como um recurso para dar suporte aos professores no ensino de Física, visando tornar mais clara sua explicação, permitindo um entendimento maior por parte do aluno.

Pode-se utilizar as simulações não apenas para resolver problemas, mas também como uma atividade de iniciação científica. Para isso o professor pode propor atividades nas quais os alunos identificam o problema, as variáveis significativas, e elaboram as possíveis hipóteses para sua solução.

Tornando assim, o papel do professor mais dinâmico, criando momentos de aprendizagem a partir de aulas planejadas antecipadamente, podendo utilizar as simulações como complemento em suas aulas ou até mesmo como um recurso para a compreensão de um dado conceito.

Aqui, faz todo o sentido explicitar uma dúvida que é comum a muito leitores, alunos e até mesmo professores. Dúvida esta que está atrelada aos conceitos de modelagem computacional, simulação computacional e animações. Tomando um modelo matemático como representação simplificada da realidade que nos é apresentada, ainda que de modo fragmentada, ou seja, uma fração dos elementos que participam desta realidade, podemos inferir que um modelo computacional “trata da simulação de soluções para problemas científicos, analisando os fenômenos, desenvolvendo modelos matemáticos para sua descrição, e elaborando códigos computacionais para obtenção daquela solução” (Silva; Silva; Macêdo, 2020).

Deste modo, é fácil perceber que um modelo computacional é a representação matemática do fenômeno, explicitado através do computador. Segue desta definição que,

Animação consiste em empregar técnicas matemáticas em computadores com o propósito de imitar um processo ou uma operação do mundo real. Dessa forma, para elaborar uma animação, é necessário construir um modelo computacional correspondente à situação real que se deseja simular. Uma simulação contempla uma animação, sendo mais abrangente, pois permite ao aluno não somente manipular o evento, mas conhecer e/ou modificar as relações entre as grandezas físicas presentes (Heineck; Almeida Valiati; Werner da Rosa, 2007).

Uma vez que, esclarecemos os termos, fica evidente sobre o porquê de utilizarmos, neste trabalho, uma abordagem através das simulações computacionais. Pois com elas, podemos não somente permitir que o aluno visualize e interaja com o fenômeno, e até mesmo por

repetidas vezes, mais as simulações apresentam o diferencial de permitirem a manipulação das variáveis inerentes ao fenômeno.

Deste modo, se o aluno tem a possibilidade de realizar estas manipulações, é possível que ele possa levantar hipóteses a partir da mudança contínua destas variáveis. E isto ainda é reiterado quando (Santos; Rosa; Bulegon, 2021) afirmam que, “Por meio da simulação o aluno tem a oportunidade de desenvolver hipóteses, testá-las, analisar os resultados obtidos e melhorar a aprendizagem dos conteúdos”.

Outro ponto interessante, é que as simulações computacionais, por estarem construídas com base em um modelo computacional, representam quase que de modo fiel uma situação real. Cabe aqui dizer que, as simulações computacionais vieram para dar suporte àquilo que o aluno não consegue visualizar mentalmente, pois sabe-se, que cada aluno carrega consigo um contexto histórico e social, diferindo também no modo de aprender.

Ressaltando que, essa conceituação virá não fundamentalmente através das simulações, mas da interação com situações cotidianas e através do novo papel do professor em sala de aula: o de mediador.

3.3.3 O software NI Multisim

O NI Multisim (anteriormente MultiSIM) é um programa de captura e simulação de esquemas eletrônicos que faz parte de um conjunto de programas de projeto de circuitos, juntamente com o NI Ultiboard. Foi originalmente criado por uma empresa chamada Electronics Workbench Group, que agora é uma divisão da National Instruments.

O software Multisim é amplamente utilizado na academia e na indústria para a educação de circuitos, projeto esquemático eletrônico e simulação SPICE. Na época, era usado principalmente como uma ferramenta educacional para ensino técnico em eletrônica e programas de engenharia eletrônica em faculdades e universidades. A National Instruments manteve esse legado educacional, com uma versão específica do Multisim com recursos desenvolvidos para o ensino de eletrônica.

Cabe ressaltar que para utilizar este software, é necessário adquirir uma licença de no mínimo seis meses para estudante, sendo possível usá-lo por um período de 45 dias de forma gratuita para avaliação das suas ferramentas e interface. Seu uso neste trabalho, se deu devido a experiência de um dos autores com sua interface em um curso de eletrônica e durante seu período empregado no distrito industrial de Manaus.

Sendo assim, recomendamos para possíveis entusiastas e professores que decidirem usar interfaces desta natureza em suas práticas, o simulador Circuit Lab² e o EasyEDA³ que funcionam no próprio Browser do PC, bastando para isso, somente realizar um pequeno cadastro. Quanto ao primeiro, sua gratuidade se estende a um conjunto limitado de dispositivos, no entanto, essa gama disponível ainda é grande para usá-la de forma gratuita, pois envolve vários dispositivos analógicos, digitais, medidores de voltagem, corrente e resistência, assim como de sinais como osciloscópio, simular portas lógicas, geradores de sinais e fontes AC e DC.

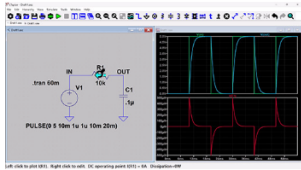
Já o segundo, é totalmente gratuito e apresenta uma gama variada de elementos de circuitos, seu único contra, é que para simular é preciso seguir as orientações contidas em um guia presente na própria plataforma.

Uma terceira recomendação que podemos fazer é o software de simulação LTspice⁴. Para seu uso, é necessário baixar a aplicação para PC Windows ou Mac, no entanto, funciona de forma muito rápida, interativa e é gratuita todas as suas funcionalidades. Ele consegue dispor de ferramentas poderosas como análise de sinais a partir dos circuitos construídos e, projetar os sinais ao lado do circuito em que estamos construindo. E ainda, a página de internet dos desenvolvedores apresenta muitos vídeos tutoriais de uso e artigos com dicas para melhor utilizá-lo. Abaixo uma visualização do que pode ser encontrado:

Figura 15: print de tela da página do LTspice

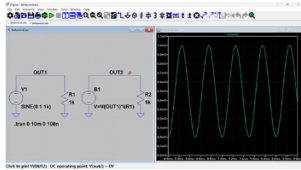
Learn How to Use LTspice

Instructional Videos



LTspice Basics

Learn the basics of using LTspice - creating a new schematic, running transient and AC simulations, and viewing results on the waveform viewer.



Essentials Tutorial

Learn how to use transformers, add third party models, create, work with symbols, and more.

Fonte: Recorte da página da web informada na nota de rodapé nº 04

² Disponível em: <https://www.circuitlab.com/>

³ Disponível em: <https://easyeda.com/>

⁴ Disponível em: <https://www.analog.com/en/resources/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>

Um contra, talvez, que podemos citar é que o software é todo em inglês e seus artigos de orientações e ajuda também. No entanto, se forem acessados diretamente na página Web, você pode usar o recurso: traduzir para o português.

4 REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão de literatura está estruturada com base nos três estágios de revisão sistemática propostos por Tranfield, Denyer e Smart (2003) que discorrem acerca do a) planejamento da estrutura da revisão, b) indicam os elementos de como conduzir a pesquisa e c) Reportar e disseminar as informações destacadas na análise sistemática.

4.1 AS BASES DE DADOS, DESCRITORES E FILTROS UTILIZADOS

As ações tomadas para a realização desta revisão sistemática da literatura envolveram a pesquisa em dois repositórios da plataforma periódicos CAPES, acessados através do mecanismo **acesso CAFe**. Os repositórios em que a pesquisa foi realizada são: SCOPUS e SCIELO. Além deles, fizemos uso também de uma Interface de IA denominada: SCISPACE. Ela é uma ferramenta dedicada para análise de artigos científicos, simplifica o processo de revisão de literatura e, sua funcionalidade principal: realizar pesquisa profunda de artigos científicos mais relevantes, desenvolvendo um levantamento destes a partir das informações solicitadas ao usuário. Funcionalidade, esta, que utilizamos em nossa pesquisa.

Fizemos pesquisas nas bases de dados e usando a IA realizando a busca através dos dois seguintes grupos de descritores: grupo 1) “**semiótica**”; “**simulações**” e, grupo 2) “**semiótica**”; “**ensino de física**”. Os filtros utilizados foram: artigos; período entre 2020 e 2025; acesso aberto; originários no Brasil.

4.1.1 Os materiais encontrados: Scopus

Na base de dados da Scopus, a partir dos descritores informados, os materiais obtidos para o grupo 1 foram:

Quadro 1: Trabalhos obtidos da pesquisa na base de dados da Scopus usando o grupo 1

ITEM	REFERÊNCIAS DO GRUPO 1
1	DE OLIVEIRA, Y. S. et al. O Uso do Jogo Didático na Aprendizagem de Reações Fotoquímicas na Plataforma Classcraft. Revista Virtual de Química , v. 17, n. 1, p. 57–66, 2025.
2	ZANATTA, R. P. P.; FILHO, N. C. S. MEDIAÇÃO DIGITAL E REPRESENTAÇÕES MENTAIS: UM ESTUDO SOBRE HIBRIDAÇÃO COGNITIVA NA ARTICULAÇÃO ENTRE HUMANOS E NÃO-HUMANOS NAS AULAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA. Investigações em Ensino de

	Ciências , v. 29, n. 2, p. 337–364, 2024.
3	DA SILVA, K. A. P. et al. EXPERIMENTAÇÃO EM ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA. PNA , v. 17, n. 2, p. 137–170, 2023.
4	DUTRA E SILVA, A.; DE AQUINO MARTINS, P. T.; CASTRO, J. D. B. Valoração de Área do Ribeirão das Antas, Anápolis (GO), pelo Método de Custos Evitados. Fronteiras , v. 12, n. 2, p. 38–48, 2023.

Fonte: Autoria própria.

E, para o grupo 2, foram:

Quadro 2: Trabalhos obtidos da pesquisa na base de dados da Scopus usando o grupo 2

ITEM	REFERÊNCIAS DO GRUPO 2
1	ZANATTA, R. P. P.; SAAVEDRA FILHO, N. C. MEDIAÇÃO DIGITAL E REPRESENTAÇÕES MENTAIS: UM ESTUDO SOBRE HIBRIDIZAÇÃO COGNITIVA NA ARTICULAÇÃO ENTRE HUMANOS E NÃO-HUMANOS NAS AULAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA. Investigações em Ensino de Ciências , v. 29, n. 2, p. 337–364, 10 set. 2024.
2	DOS SANTOS MARINHO, M.; RATIS TENÓRIO DA SILVA, J. R. O CONCEITO DE ELÉTRON E A NARRATIVA DE ALICE NO PAÍS NO QUANTUM: UMA CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS PELA ICONICIDADE DE SIGNOS. Investigações em Ensino de Ciências , v. 29, n. 1, p. 254–271, 4 maio 2024.
3	PRESTES VIVIAN, E. C.; PEREIRA DE PEREIRA, A. EDUCAÇÃO CIENTÍFICA BILÍNGUE E VISUAL PARA ESTUDANTES SURDOS(AS) NAS PESQUISAS NACIONAIS COM VISTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA. Investigações em Ensino de Ciências , v. 28, n. 1, p. 357–382, 2 maio 2023.
4	KARINA, K. A. P. D. S. et al. Experimentação em atividades de Modelagem Matemática no Curso de Licenciatura em Química. PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática , v. 17, n. 2, p. 137–170, 30 jan. 2023.
5	FERREIRA, M. et al. Ficção científica na transposição didática do conceito de Entropia: a última pergunta de Isaac Asimov. Revista Brasileira de Ensino de Física , v. 45, 2023.
6	E SILVA, M. D. C.; SILVA, P. D. D. S. INTEGRANDO ARTE E CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE SEMIÓTICA PEIRCEANA. Investigações em Ensino de Ciências , v. 26, n. 1, p. 244, 30 abr. 2021.
7	MOTTA, R. A. R.; VIEIRA, M. N.; JAEGER, A. Priming Emocional: efeitos de acordes consonantes e dissonantes sobre o julgamento de palavras emocionais.

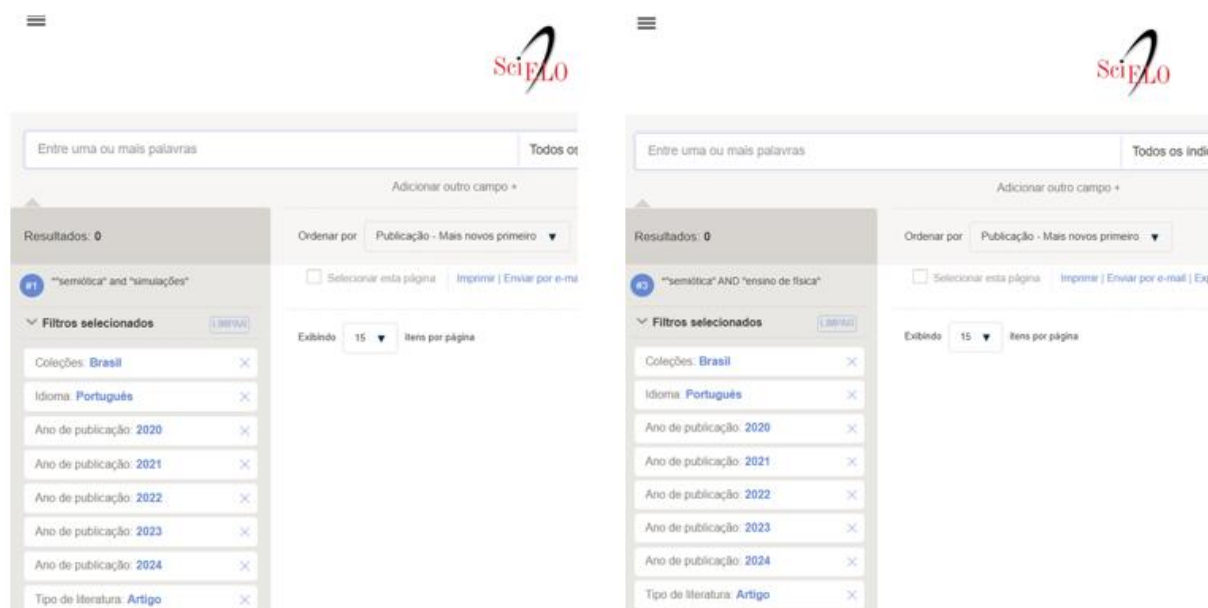
Per Musi, n. 41, p. 1–24, 5 jul. 2021.

Fonte: Autoria própria.

4.1.2 Os materiais encontrados: Scielo

Na base de dados da Scielo, tanto para o grupo 1, quanto para o grupo 2 de descritores, não encontramos artigos para os filtros aplicados. Isso fica evidente nos cortes realizados da plataforma no decorrer da pesquisa:

Figura 16: Os mesmos descritores usados na Scopus e aplicados na Scielo



Fonte: Recorte realizado da página da plataforma Scielo.

Visando testar a plataforma e, também, verificar se havia publicações envolvendo ao menos o tópico acerca da semiótica na referida base de dados, realizamos os seguintes agrupamentos, à título de informação: grupo 3) “**semiótica**”; “**matemática**”, grupo 4) “**semiótica**”; “**modelagem**”, grupo 5) “**semiótica**”; “**modelagem**”; “**física**” e, grupo 6) “**semiótica**”; “**modelagem**”; “**matemática**”.

Quanto ao grupo 3, encontramos 10 publicações adequadas aos filtros aplicados. No grupo quatro, substituímos a palavra simulações por modelagem por dois motivos: o primeiro diz respeito a considerarmos a possibilidade de uma confusão conceitual que ocorre entre as duas expressões. O segundo motivo, para averiguar se havia realmente trabalhos que envolvessem uso de recursos digitais como a modelagem através da semiótica. Neste caso, encontramos 5 (cinco) trabalhos:

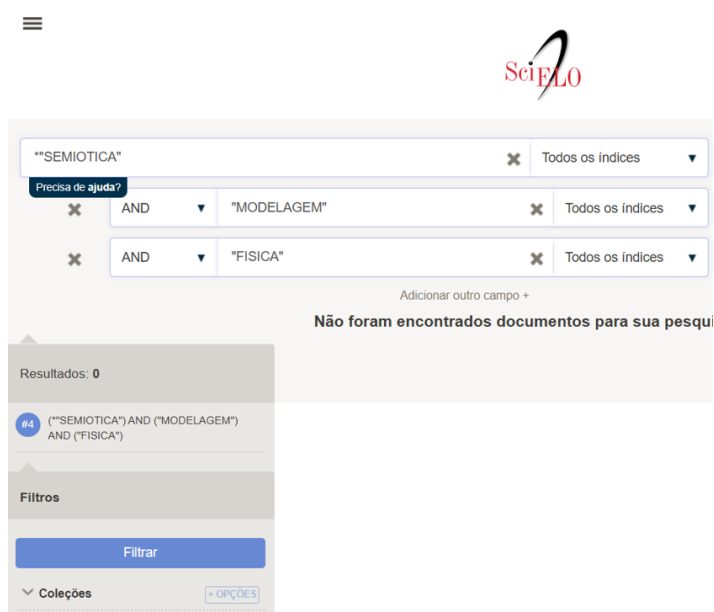
Quadro 3: Referências obtidas da plataforma Scielo utilizando os descritores

ITEM	REFERÊNCIAS DO GRUPO 4
1	SILVA, K. A. P. D.; GOMES, G. F. Raciocínio diagramático mobilizado por alunos do 1º ano do Ensino Fundamental em uma atividade de modelagem matemática. Bolema: Boletim de Educação Matemática , v. 38, p. e240001, 2024.
2	SILVA, K. A. P. D.; MARTINS, N. Uma análise semiótica sobre as percepções da Matemática por alunos do Ensino Fundamental em uma atividade de modelagem matemática. Ciência & Educação (Bauru) , v. 30, p. e24014, 2024.
3	ALMEIDA, L. M. W. D.; SILVA, K. A. P. D.; BRITO, D. D. S. Interface Didática entre Modelagem Matemática e Semiótica. Bolema: Boletim de Educação Matemática , v. 36, n. 73, p. 777–800, ago. 2022.
4	ALMEIDA, L. M. W. D.; RAMOS, D. C.; SILVA, K. A. P. D. Ensinar e aprender o fazer Modelagem Matemática: uma interpretação semiótica. Ciência & Educação (Bauru) , v. 27, p. e21027, 2021.
5	RAMOS, D. C.; ALMEIDA, L. M. W. D. Interpretação Semiótica em Atividades de Modelagem Matemática. Bolema: Boletim de Educação Matemática , v. 35, n. 71, p. 1391–1415, dez. 2021.

Fonte: Autoria própria.

Quanto ao grupo 5, nenhum trabalho foi encontrado, conforme mostramos a seguir:

Figura 17: recorte da página da Scielo para os descritores do grupo cinco



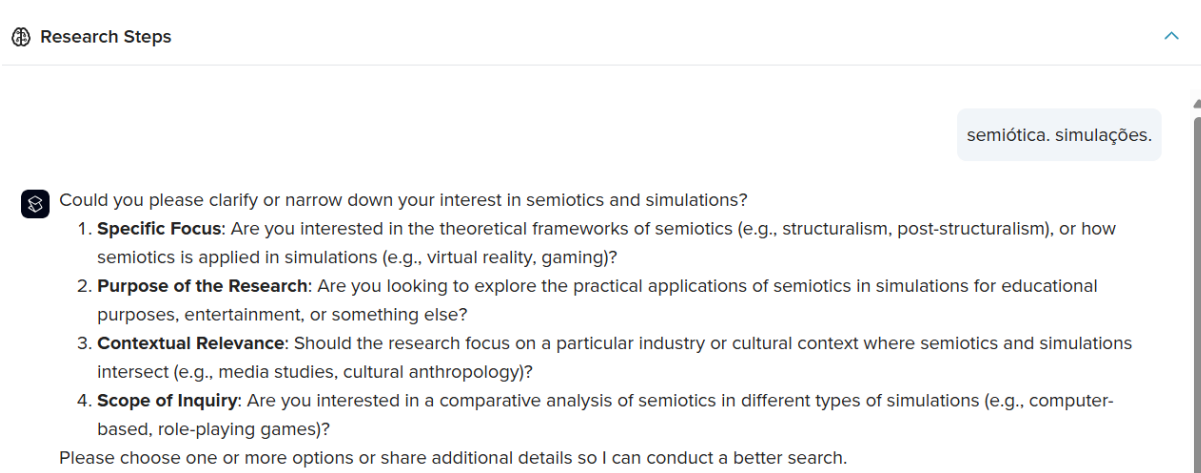
Fonte: Extraído da página da Scielo

Por fim, na busca realizada usando os descritores do grupo 6, encontramos os mesmos artigos informados na tabela acima referente ao grupo 4.

4.1.3 Os materiais encontrados: Scispace

Na interface de IA Scispace, iniciamos a busca configurando o ambiente para o modo denominado: Deep Review⁵. A partir disso, realizamos a entrada dos descritores: “semiótica” e “simulações”. Após isso, a interface retornou com as seguintes solicitações:

Figura 18: Ambiente inicial da interface Scispace



Fonte: Recorte da tela extraído do site.

A partir disso refinou-se a busca informando os seguintes parâmetros: Duval; em português; ensino de Física. Aplicamos os mesmos filtros adotados nas bases de dados e, ativamos a função Insight⁶ que a interface oferece. Essa função nos permite, já no ato de busca, realizar um refinamento dos trabalhos encontrados por ela. Assim, pode-se revisar com muita assertividade, apenas aqueles que estejam realmente relacionados com o campo de estudo. Desta forma, a interface nos retornou 20 artigos como resposta e seus referidos insights:

Figura 19: Características do ambiente após a inserção das informações solicitadas

⁵ Esse modo de configuração, faz com que a interface realize uma busca de forma profunda, solicitando inicialmente ao usuário, informações adicionais que permitam refinar a busca e torná-la mais fiel àquilo que está dentro da finalidade da pesquisa.

⁶ Essa função, permite fazer com que a IA durante a busca, também, forneça uma janela ao lado de cada material encontrado contendo as principais informações acerca do material, associando-o com os descritores e informando se ele tem correlação com todos ou não. Além disso, essa janela traz um breve resumo descritivo do que trata o trabalho de forma geral.

SCISPACE

Papers ▾ semiótica. simulações. duval. em português. ensino de física X

Add columns (1) ▾ ☐ PDF ☒ Open Access ☐ Top papers [More filters \(1\)](#) [Clear filters](#)

☐ Papers (20)	Insights
Journal Article • 10.33871/22385800.2022.11.25.311-324 ☐ 1. a importância de diferentes representações no estudo dos NÚMEROS COMPLEXOS Claudete Cargnin, Cillo José Volce, Sílvia Teresinha Frizzarini 13 Sep 2022 - Revista Paranaense de Educação Matemática Request PDF Podcast Chat 66	O artigo discute as representações semióticas de números complexos, baseando-se nos Registros de Representação Semiótica de Duval, e sugere que uma abordagem que favoreça diferentes representações pode enriquecer o ensino de matemática, mas não aborda diretamente o ensino de física.
Journal Article • 10.46932/sfjdv4n3-030 ☐ 2. Una mirada a la teoría de representaciones semióticas de Duval desde el pensamiento manifestado por participantes en las olimpiadas colombianas de matemáticas 22 Jun 2023 - South Florida Journal of Development PDF Summary Podcast Chat 66	O artigo não aborda diretamente a semiótica, simulações ou o ensino de física. Foca na teoria das representações semióticas de Duval em matemática, destacando a importância das transformações de representações semióticas no desenvolvimento do pensamento matemático.

Fonte: Recorte realizado do ambiente.

A partir dos insights fornecidos, verificamos que apenas dois trabalhos encontrados pela interface, apresentaram elementos relevantes para refinamento e posterior, análise. E, seguindo o critério, ser originário do Brasil, ficamos com apenas um deles para a etapa de refinamento:

Quadro 4: Material obtido a partir dos descritores informados

ITEM	REFERÊNCIA OBTIDA DO SCISPACE
1	OLIVEIRA, M.; SILVA CID, A. O uso de simulações computacionais com o prever-observar-explicar no aprendizado de conceitos de Física: uma revisão da literatura. ACTIO: Docência em Ciências , v. 7, n. 2, p. 1, 1 ago. 2022.

Fonte: Autoria própria.

4.2 O REFINAMENTO DOS TRABALHOS

Para esta etapa, resolveu-se analisar cada trabalho visando verificar se a semiótica tratada é a de Raymond Duval e se envolve simulações computacionais no ensino, cabe ressaltar que esse primeiro critério de refinamento será utilizado para os trabalhos encontrados na base de dados da Scopus e para o trabalho encontrado no Scispace. Visto que, na plataforma Scielo seguindo esses critérios, não encontramos nenhum artigo. No entanto, para esta plataforma, iremos analisar se os trabalhos encontrados e classificados no grupo 4, conforme a

tabela, discutem a semiótica de Raymond Duval e se os autores fazem uso de modelagem ou de simulações em sua aplicação.

Para atender a essa etapa de refinamento, fez-se análise a partir dos resumos informados e, em caso de não terem sido esclarecedores, nos voltamos à metodologia desenvolvida em cada um dos trabalhos. Portanto, para os trabalhos encontrados no grupo 1 da Scopus:

Quadro 5: refinamento realizado nos trabalhos obtidos na Scopus – grupo 1

ITEM	REFERÊNCIA	DO RESUMO	DA METODOLOGIA
1	DE OLIVEIRA, Y. S. et al. O Uso do Jogo Didático na Aprendizagem de Reações Fotoquímicas na Plataforma Classcraft. Revista Virtual de Química , v. 17, n. 1, p. 57–66, 2025.	O artigo está voltado ao ensino, neste caso, de química. Não aborda semiótica e discute que foi utilizado um jogo digital denominado: Classcraft®.	O trabalho não trata de semiótica diretamente. Faz apenas uma discussão acerca da semiótica de Pierce. E as simulações envolvidas podem ser entendidas como inerentes ao ambiente do jogo utilizado dentro da metodologia.
2	ZANATTA, R. P. P.; FILHO, N. C. S. MEDIAÇÃO DIGITAL E REPRESENTAÇÕES MENTAIS: UM ESTUDO SOBRE HIBRIDAÇÃO COGNITIVA NA ARTICULAÇÃO ENTRE HUMANOS E NÃO-HUMANOS NAS AULAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA. Investigações em Ensino de Ciências , v. 29, n. 2, p. 337–364, 2024.	O artigo é voltado ao ensino de ciências da natureza. Não deixa claro o uso de semiótica de Duval e quais simulações foram usadas.	No decorrer da metodologia é possível verificar que não há semiótica de Duval envolvida. O artigo não discute explicitamente a semiótica como foco principal, mas aborda aspectos relacionados às representações mentais, às interfaces digitais, às formas de mediação e às traduções de significados, que dialogam indiretamente com conceitos semióticos. Quanto às simulações, os autores abordam o uso de simulações

			Phet colorado.
3	DA SILVA, K. A. P. et al. EXPERIMENTAÇÃO EM ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA. PNA , v. 17, n. 2, p. 137–170, 2023.	Pelo resumo, fica claro que o trabalho está relacionado com ensino. No entanto, não foi possível obter informações acerca de se tratar de um estudo envolvendo semiótica de Duval e se usou-se simulações computacionais.	Analisando a metodologia, percebeu-se que o trabalho não envolve semiótica de Duval. E o trabalho envolve modelagem matemática a partir do uso do programa Excel e não faz uso de simulações.
4	DUTRA E SILVA, A.; DE AQUINO MARTINS, P. T.; CASTRO, J. D. B. Valoração de Área do Ribeirão das Antas, Anápolis (GO), pelo Método de Custos Evitados. Fronteiras , v. 12, n. 2, p. 38–48, 2023.	O artigo discute o crescimento populacional e a falta de planejamento urbano levam à ocupação de áreas de importância ambiental, como várzeas e matas ciliares. Não está voltado ao ensino e sua relação com semiótica se dá através de uma das referências do trabalho.	Não aplicável.

Fonte: Autoria própria.

Quanto ao refinamento do grupo 2 da base de dados da Scopus:

Quadro 6: Refinamento realizado para os dados obtidos na Scopus – grupo 2

ITEM	REFERÊNCIAS DO GRUPO 2	DO RESUMO	DA METODOLOGIA
1	ZANATTA, R. P. P.; SAAVEDRA FILHO, N. C. MEDIAÇÃO DIGITAL E REPRESENTAÇÕES MENTAIS: UM ESTUDO SOBRE HIBRIDAÇÃO COGNITIVA NA ARTICULAÇÃO ENTRE HUMANOS E NÃO-HUMANOS NAS AULAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA. Investigações em Ensino de Ciências , v.	Este artigo é o mesmo do item 2 do grupo 1 que foi refinado da base de dados da Scopus.	Não aplicável.

	29, n. 2, p. 337–364, 10 set. 2024.		
2	DOS SANTOS MARINHO, M.; RATIS TENÓRIO DA SILVA, J. R. O CONCEITO DE ELÉTRON E A NARRATIVA DE ALICE NO PAÍS NO QUANTUM: UMA CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS PELA ICONICIDADE DE SIGNOS. Investigações em Ensino de Ciências , v. 29, n. 1, p. 254–271, 4 maio 2024.	O resumo discute o ensino de Física, em especial mecânica quântica para alunos de um curso de química. Mas não aborda inicialmente a discussão da semiótica de Duval.	Em sua construção metodológica os autores fazem uso da psicologia cultural semiótica. Não abordando, portanto, uma construção com base na semiótica de Duval.
3	PRESTES VIVIAN, E. C.; PEREIRA DE PEREIRA, A. EDUCAÇÃO CIENTÍFICA BILÍNGUE E VISUAL PARA ESTUDANTES SURDOS(AS) NAS PESQUISAS NACIONAIS COM VISTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA. Investigações em Ensino de Ciências , v. 28, n. 1, p. 357–382, 2 maio 2023.	Em seu resumo o artigo demonstra que está voltado para o ensino de Física e astronomia. Mas não faz menção a semiótica.	Em sua metodologia é discutida semiótica aplicada aos contextos das pessoas surdas. Não abrangendo, portanto, a semiótica de Duval.
4	KARINA, K. A. P. D. S. et al. Experimentação em atividades de Modelagem Matemática no Curso de Licenciatura em Química. PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la	Este trabalho é o mesmo que foi refinado no item 3 do grupo 1.	

	Matemática , v. 17, n. 2, p. 137–170, 30 jan. 2023.		
5	FERREIRA, M. et al. Ficção científica na transposição didática do conceito de Entropia: a última pergunta de Isaac Asimov. Revista Brasileira de Ensino de Física , v. 45, 2023.	O artigo informa que está voltado ao ensino de Física, em específico o conceito de entropia. Não fica claro o uso de semiótica de Duval.	No decorrer da metodologia percebe-se que ela foi construída com base em teóricos da aprendizagem significativa, da transposição didática. Mas não envolve semiótica e, tampouco, semiótica de Duval.
6	E SILVA, M. D. C.; SILVA, P. D. D. S. INTEGRANDO ARTE E CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE SEMIÓTICA PEIRCEANA. Investigações em Ensino de Ciências , v. 26, n. 1, p. 244, 30 abr. 2021.	Neste resumo é possível evidenciar que é aplicado ao ensino e que a semiótica adotada foi a de Charles Pierce e as análises dos resultados foram feitas a partir da análise de imagens de Lúcia Santaella. Quanto ao ensino de Física, é usado apenas como referência para fundamentar o trabalho. pois o trabalho é voltado para o ensino de química.	Não aplicável.
7	MOTTA, R. A. R.; VIEIRA, M. N.; JAEGER, A. Priming Emocional: efeitos de acordes consonantes e dissonantes sobre o julgamento de palavras emocionais. Per Musi , n. 41, p. 1–24, 5 jul. 2021.	O artigo não é claro acerca do uso de semiótica e tampouco das simulações. Sua aplicação foi no ensino de música.	Na metodologia fica evidente o uso de um programa de simulação voltado a música. Não discorre diretamente acerca da semiótica, apenas analisa pelo viés das análises de palavras. Não aborda em nenhum momento sobre a semiótica de Duval.

Fonte: Autoria própria.

Para o grupo de trabalhos encontrados na base de dados da Scielo, ou seja, somente o grupo 4 de descritores, o refinamento realizado evidenciou as seguintes informações:

Quadro 7: Refinamento realizado a partir dos dados obtidos da Scielo – grupo 4

ITEM	REFERÊNCIAS DO GRUPO 4	DO RESUMO	DA METODOLOGIA
1	SILVA, K. A. P. D.; GOMES, G. F. Raciocínio diagramático mobilizado por alunos do 1º ano do Ensino Fundamental em uma atividade de modelagem matemática. Bolema: Boletim de Educação Matemática , v. 38, p. e240001, 2024.	O artigo investiga como estudantes do 1º ano do Ensino Fundamental constroem conhecimento matemático ao participar de uma atividade de modelagem. A pesquisa utiliza a semiótica Peirceana, com foco no raciocínio diagramático. Não deixa claro como o processo de modelagem matemática ocorre.	O processo de modelagem matemática ocorre por meio de uma abordagem pedagógica que envolve a formulação de um problema baseado em uma situação real e a aplicação de conceitos matemáticos para encontrar uma solução. Não há menção a um software específico. Pela sua metodologia é possível observar que toda a construção voltada a modelagem é feita através de tabelas, figuras, medidas físicas e gráficos.
2	SILVA, K. A. P. D.; MARTINS, N. Uma análise semiótica sobre as percepções da Matemática por alunos do Ensino Fundamental em uma atividade de modelagem matemática. Ciência & Educação (Bauru) , v. 30, p. e24014, 2024.	Em seu resumo é possível perceber que o artigo objetiva investigar como estudantes do 9º ano percebem a matemática ao participar de uma atividade de modelagem matemática. A pesquisa utiliza a semiótica Peirceana para analisar os signos produzidos pelos alunos—gestos, fala e escrita—durante a resolução de um problema matemático baseado em uma situação real.	O artigo desenvolve a modelagem matemática através da fala, dos gestos e da escrita dos alunos. Não há a utilização de um software para a realização das modelagens. Tudo ocorre por meio de medidas, rabiscos e discussões entre os alunos.
3	ALMEIDA, L. M. W. D.; SILVA, K. A. P. D.; BRITO, D. D. S. Interface Didática entre Modelagem Matemática e Semiótica. Bolema: Boletim de Educação Matemática , v. 36, n. 73, p. 777–	Em seu resumo o artigo não é claro sobre qual visão semiótica faz uso. Tampouco, explicita como a modelagem matemática ocorre ou através de qual ferramenta.	O artigo utiliza a Semiótica Peirceana como base teórica para analisar a Modelagem Matemática no contexto educacional, envolvendo três elementos fundamentais: o representamen (a forma do signo), o objeto (aquilo a que o signo se refere) e o interpretante (o significado que é atribuído ao signo pelo intérprete). O artigo não

	800, ago. 2022.		menção explicitamente um software para a Modelagem Matemática. Ele discute a construção e validação de modelos matemáticos como parte do processo de ensino e aprendizagem, enfatizando a relação entre Modelagem Matemática e Semiótica.
4	ALMEIDA, L. M. W. D.; RAMOS, D. C.; SILVA, K. A. P. D. Ensinar e aprender o fazer Modelagem Matemática: uma interpretação semiótica. Ciência & Educação (Bauru) , v. 27, p. e21027, 2021.	Em seu resumo o artigo aborda que faz uso da semiótica Peirceana. Informa que discute a modelagem matemática, não informando que tipo de software ou recurso faz uso.	O artigo não menciona diretamente um programa específico de modelagem matemática utilizado na pesquisa. No entanto, ele discute a modelagem matemática como um processo metodológico e educacional, enfatizando a abordagem teórica baseada na semiótica Peirceana.
5	RAMOS, D. C.; ALMEIDA, L. M. W. D. Interpretação Semiótica em Atividades de Modelagem Matemática. Bolema: Boletim de Educação Matemática , v. 35, n. 71, p. 1391–1415, dez. 2021.	Em seu resumo os autores abordam que o trabalho discute a semiótica de Charles Sanders Pierce em que a interpretação semiótica se assenta nas categorias de Peirce caracterizadas como primeiridade, secundidade e terceiridade, compreendendo as perspectivas fenomenológica e ontológica destas categorias. Não fica evidente de que se trata realmente de modelagem.	Em sua metodologia, o trabalho discute modelagem matemática através do software Geogebra. Não confundindo, portanto, com simulações computacionais.

Fonte: Autoria própria.

Por fim, quanto ao único trabalho obtido pela interface de IA do Scispace, temos o seguinte refinamento:

Quadro 8: Refinamento realizado do trabalho obtido na Scispace

ITEM	REFERÊNCIA OBTIDA DO SCISPACE	DO RESUMO	DA METODOLOGIA

1	OLIVEIRA, M.; SILVA CID, A. O uso de simulações computacionais com o predizer-observar-explicar no aprendizado de conceitos de Física: uma revisão da literatura. ACTIO: Docência em Ciências , v. 7, n. 2, p. 1, 1 ago. 2022.	O artigo deixa evidente em seu resumo que realiza uma revisão de literatura de trabalhos que discutem simulações computacionais no ensino de Física no período de 1999 à 2020. Para tal, os autores realizaram sua pesquisa por artigos em 4 bases de dados de renome através do uso de descritores específicos e informados no trabalho. desta revisão, foram refinados em 54 trabalhos para análise. E após um novo refinamento, restaram 26 artigos que foram avaliados conforme categorias criadas pelos autores. Portanto, O artigo não discute diretamente a semiótica como um referencial teórico central. Ele foca na estratégia didática Predizer-Observar-Explicar (POE) e no uso de simulações computacionais para o ensino de conceitos de Física. No entanto, ele menciona abordagens teóricas relacionadas à mediação cognitiva, à aprendizagem ativa e à mudança conceitual, que podem ter conexões indiretas com a semiótica.	Não aplicável.
---	---	---	----------------

Fonte: Autoria própria.

4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Do refinamento do grupo 1, pudemos evidenciar que nenhum deles envolvia diretamente uma abordagem através da semiótica e, tampouco, a semiótica de Duval. Apenas dois deles envolvem simulações computacionais, em que, um deles faz uso de forma explícita. Isso nos leva, portanto, a desconsiderar analisar os quatro trabalhos relacionados ao grupo 1 de descritores utilizados para a realização da pesquisa na Scopus, visto que, eles não possuem associação com o campo de estudo deste trabalho.

Da análise feita a partir dos descritores do grupo 2, pudemos demonstrar que três deles atendem um dos descritores que está relacionado ao ensino de Física e três deles envolvem estudos ancorados em semiótica, no entanto, através de uma outra abordagem e, não, a de Duval. Conseguiu-se destacar que em vários deles, os descritores que permitiram que fossem encontrados nas bases, estavam presentes, em sua maioria, como referências do artigo. Em nenhum deles a semiótica de Raymond Duval estava presente.

Quanto ao refinamento do grupo de descritores número 4 da base de dados da Scielo, percebemos que todos os artigos encontrados envolvem a abordagem semiótica, no entanto, na perspectiva Peirceana. Apenas um deles fez uso de um software de modelagem matemática com os participantes da pesquisa. Outros dois trabalhos, desenvolveram a modelagem através de gráficos, construção de tabelas e de imagens. Verificou-se, também, que em dois deles, apesar de conter no título e no resumo a expressão modelagem matemática, não a desenvolveram em sua metodologia. Apenas discutiram a sua importância ressaltando-a como um processo metodológico importante.

Na pesquisa realizada utilizando a interface de IA, averiguou-se que se trata de uma revisão de literatura e, portanto, não se encaixa em um artigo que visa o ensino de Física. Contribui para tal, mas seu objetivo é o de sintetizar e apresentar estudos envolvendo simulações computacionais no ensino de Física. Além disso, ele não aborda em nenhuma parte de sua extensão a semiótica sob alguma perspectiva. Sendo assim, constatou-se que o único artigo que havia sido separado após uma análise prévia, não se encaixa para análise após o refinamento realizado.

4.4 CONCLUSÕES ACERCA DA REVISÃO REALIZADA

É evidente que nos últimos cinco anos, não tivemos pesquisas apresentadas, nas bases de dados de impacto discutidas aqui, envolvendo semiótica pelo viés de Raymond Duval mesmo no campo da matemática onde ela é originária e para a qual foi desenvolvida. Isso fica claro quando se apresentou o refinamento do grupo 4 da plataforma Scielo, por exemplo. Em que todos os trabalhos fizeram uso da semiótica Peirceana que foi desenvolvida há mais de um século. Visto que, a semiótica de Duval ganhou status notório nas pesquisas a partir de 1995.

À título de informação, quando se realizou a pesquisa usando os descritores “semiótica” e “Duval” na base de dados da Scopus, foram encontrados apenas seis artigos, sendo todos eles voltados à matemática. Fato este que corrobora para a pouca produção de trabalhos

usando semiótica de Duval presentes nessas bases de dados. Faça-se saber que esses descritores não foram discutidos nessa revisão. No entanto, isso nos deixa algumas indagações: o porquê a semiótica de Duval não vem promovendo estudos que lhes permitam integrar essas bases de dados de impacto? Porque há autores da área da matemática fazendo uso da semiótica de Peirce?

Por fim, ressaltamos a não existência de produção de trabalhos, nessas bases de dados, a respeito da aplicação da teoria dos registros de representação semióticos de Duval mediados pelas simulações computacionais no ensino de Física. Portanto, tais elementos corroboram para a contribuição científica que esta dissertação de mestrado possa trazer para o ensino de Física, visto que ela traz um novo olhar para as intervenções e procedimentos metodológicos na sala de aula.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 LOCAL E SUJEITOS DA PESQUISA

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública localizada na região norte da cidade de Manaus – AM. Teve como sujeitos, 16 estudantes da 1ª série do ensino médio cujas componentes curriculares do 4º bimestre descritas na matriz curricular contida no PCP do novo ensino médio do estado do Amazonas de 2021, parecer n. 162/2011⁷, contempla tópicos acerca dos dispositivos e circuitos elétricos. A faixa etária média desses alunos é de 16 anos.

Ressaltamos que este grupo de alunos pertenciam somente a uma única turma, mas que não foi realizada com todos os membros da turma de um total de 31 alunos. Primeiramente, porque ao realizamos no fim do ano e o índice de absenteísmo estava alto demais, atingindo uma média de 19 alunos constantes no decorrer das aulas. Segundo, havia poucos computadores em operação para atender o total da turma, neste caso, buscamos minimizar os riscos quanto à aplicação da SD.

Desta forma, realizamos o convite aos alunos que queriam participar da pesquisa, neste caso, tivemos o aceite dos alunos, e ainda, só realizamos a pesquisa com aqueles que entregaram o aceite assinado por seus pais ou responsáveis legais.

Como características significantes ao desenvolvimento da pesquisa, podemos citar: (a) infraestrutura da escola disposta de laboratório de informática com 21 computadores disponíveis para uso e todos funcionando, (b) suporte online dos membros de TI da Seduc e do Cetam para instalação de programas como o que foi usado para as simulações: NI MULTISIM, (c) laboratório de ciências com bancadas, cadeiras, Data-show e cabeamento para instruções gerais.

Esta pesquisa foi realizada com a aplicação de três unidades que compõem a sequência didática (três aulas) de 48 minutos cada, no decorrer de duas semanas com encontros presenciais no mês de novembro de 2024:

Aplicação da unidade de aprendizagem n.01: terça-feira pela manhã.

Aplicação da unidade de aprendizagem n.02: na sexta-feira da mesma semana com os alunos comparecendo em um horário combinado pela manhã.

⁷ Disponível em: <https://www.sabermas.am.gov.br/pagina/gestao-do-curriculo>

Aplicação da unidade de aprendizagem n.03: sete dias depois em uma sexta-feira com os alunos participantes, no entanto, no turno vespertino. Essa mudança de turno na aplicação se deu devido a um evento que essa turma realizou uma apresentação avaliativa em seu dia letivo na sexta-feira pela manhã na quadra e, portanto, não seria possível realizar a aplicação da unidade de aprendizagem (UA) três.

No entanto, para não postergarmos por mais uma semana a aplicação criando prejuízos na dinâmica da sequência e uma possível ausência de membros participantes, decidimos manter os alunos na escola e após o almoço, realizamos os trabalhos referente a UA supracitada.

5.2 TIPO DE PESQUISA

Desenvolvemos um estudo de campo com viés qualitativo e de alcance descritivo “que consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presume relevantes para analisá-los” (Marconi; Lakatos, 2017; Sampieri; Collado; Lucio, 2013). Pois, a pesquisa foi desenvolvida para abordar com os sujeitos participantes um conjunto de três unidades de aprendizagem, que são materiais construídos visando dar orientações, guiá-los no desenvolvimento passo a passo das construções das simulações a serem estudadas e, a partir do devido preenchimento das informações solicitadas nelas, realizamos uma das seções de coletas de dados que estão descritos no item 4.3.

Nosso objetivo de pesquisa foi o de mediar conceitos físicos inerentes à compreensão dos circuitos elétricos simples através de simulações construídas no software NI MULTISIM mediadas pela TRRS de Raymond Duval. Essa proposta contém intenções de aproximar o conhecimento contemporâneo com as evoluções tecnológicas e cotidianas dos participantes. Como a teoria de Duval busca averiguar o simbólico, o textual, o gráfico, o numérico etc., esta pesquisa de caráter qualitativo se faz essencial, pois, “os dados qualitativos são essencialmente significativos, mas, mais do que isso, mostram grande diversidade. Eles não incluem contagens e medidas, mas praticamente qualquer forma de comunicação humana” (Gibbs, 2009).

Essa abordagem qualitativa envolve duas tarefas, a primeira diz respeito a entender os tipos de dados que podemos avaliar e, a partir disso, podermos examiná-los, descrevê-los e explicá-los. A segunda, construir um conjunto de práticas, e instrumentos de coleta de dados,

adequadas aos tipos de dados e ao grande número de informações que obtivemos com esse conjunto de práticas e instrumentos de coleta. Portanto,

“A pesquisa qualitativa se diferencia nesse sentido porque não há separação entre conjunto de dados e análise de dados. A análise pode e deve começar em campo. À medida que coleta seus dados, por meio de entrevistas, notas de campo, aquisição de documentos e assim por diante, é possível iniciar sua análise” (Gibbs, 2009)

E isso faz todo sentido, pois, pudemos implementar a sequência didática através das UA's, verificamos sua eficácia no comportamento dos alunos interagindo com elas e, o professor ao mesmo tempo, tomando notas nos Diários de campo/Bordo⁸ a respeito dessa interação se a sequência foi esclarecedora, ou se deixou espaços para dúvidas mais profundas nos participantes.

A despeito do viés descritivo, procuramos ferramentas que pudessem colher o maior número de informações possíveis dos participantes nas mais variadas representações possíveis para a sequência adotada baseando-nos na TRRS. Neste caso, buscamos fazer uso de instrumentos que buscassem “registrar as condições em que tal fenômeno foi produzido e sua natureza exata em um ‘diário de bordo’ que nada tem a ver, como já se pode deduzir, com um diário íntimo pessoal, para além das indicações de data e lugar” (Beaud; Weber, 2014). Desta forma, julgamos a adoção dos Memorandos como instrumentos essenciais para a concepção do viés descritivo desta pesquisa.

5.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Quanto aos instrumentos de coleta de dados, de acordo com (Marconi; Lakatos, 2017; Sampieri; Collado; Lucio, 2013) “as pesquisas de campo desta natureza utilizam várias técnicas, como entrevistas, questionários, formulários etc.” Neste trabalho fizemos uso dos seguintes:

- a) Questionários estruturados;
- b) Memorandos;
- c) Unidades de Aprendizagem⁹;
- d) Entrevista.

⁸ Doravante **Memorandos**, são instrumentos de coleta de dados nesta investigação.

⁹ Instrumentos de coleta de dados desenvolvidos pelos autores com a finalidade de orientar os participantes da pesquisa na construção das simulações e permitir obter dados para a pesquisa.

Os questionários estruturados foram utilizados no momento do pré-teste após as aulas expositivas realizadas em sala de aula, nas Unidades de Aprendizagem que foram entregues aos participantes no início da execução das três aulas da SD e, no decorrer da entrevista (apêndice B). Neles, pudemos realizar perguntas preestabelecidas, baseando-nos nos objetos de conhecimentos que submetemos os participantes. O uso deste instrumento se fez necessário, pois: “são um método eficaz de recolha de dados quando o investigador pretende: (1) recolher dados qualitativos e abertos; (2) explorar os pensamentos, sentimentos e crenças dos participantes sobre um determinado tópico” (Creswell, 2014).

Quanto à análise dos dados obtidos, os questionários estruturados presentes nos roteiros foram compilados a partir de declarações significativas contidas nas respostas apresentadas pelos alunos. Bem como, os circuitos construídos de modo físico foram confrontados com os memorandos.

Os memorandos utilizados neste trabalho foram construídos usando o software Obsidian¹⁰ como instrumentos de notas e utilizado em cada UA desenvolvida durante a pesquisa e após ela quando na fase de análise de dados. Cabe ressaltar, que o uso de software para construção dos memorandos se justifica no fato de que usar notas de um caderno contemplaria perder tempo escrevendo-as à mão e, além disso, perder tempo no momento de analisar os dados, visto que, se fossem escritos à mão, deveriam ser digitados item por item para posterior análise.

De acordo com (Gibbs, 2009), “os memorandos são considerados como uma forma de teorizar e comentar à medida em que você faz a codificação temática de ideias e desenvolve a estrutura analítica em termos gerais”. Neste caso, faça-se saber que os memorandos envolvem principalmente comentários do próprio pesquisador para si ou para o grupo de pesquisa em que está envolvido. Portanto, um mecanismo paralelo aos instrumentos de coleta de dados, ou seja, é fundamental separar dados de comentários.

Decerto que, não se deve entender aqui os memorandos como um instrumento inútil para uso como coleta e análise de dados. Pelo contrário, ele deve ser entendido como um elemento balizador durante a aplicação das UA's, pois nele, pudemos descrever o ambiente a partir de três pontos: (a) observação da interação dos participantes com as UA's; (b) principais dificuldades; e (c) questionamentos feitos por eles.

¹⁰ Software gratuito e disponível em: <https://obsidian.md/>

Quanto à entrevista (Sampieri; Collado; Lucio, 2013), ela ocorreu durante a aplicação da UA número três, de forma gravada via áudio e os dados adquiridos a partir da realização da transcrição dos arquivos obtidos. Nela, é possível criar “um roteiro de tópicos relativos ao problema que se vai estudar e o entrevistador tem liberdade de fazer as perguntas que quiser: sonda razões motivos, dá esclarecimentos, não obedecendo a uma estrutura formal” (Marconi; Lakatos, 2017).

5.4 INSTRUMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

Para esta análise, fizemos a compilação, categorização e integração dos dados através do software livre **Taguette**¹¹. A partir dos dados obtidos, tivemos à disposição a estrutura essencial que permitiu uma análise mais palpável e obtenção de resultados mais enxutos e que permitiu descrever de forma mais concisa aquilo que os participantes internalizaram como experiência a partir dos objetos tratados.

Isso nos permitiu verificar também se a sequência didática adotada foi eficaz tanto na sua proposta quanto na incorporação das representações semióticas de Duval e, como isso ficou evidente nas respostas dos alunos. Nesta etapa, também, usamos as informações descritas nas notas construídas usando o Obsidian.

5.5 FASES DA PESQUISA

(Sampieri; Collado; Lucio, 2013) definem que o tipo de pesquisa de campo envolve as seguintes etapas que também são entendidas como fases da pesquisa: Pesquisa bibliográfica, definição da metodologia, interpretação de resultados e comunicação dos achados. Assim, foram desenvolvidas as seguintes práticas:

5.5.1 Levantamento bibliográfico

Construímos um acervo através de fichamentos e notas acerca da utilização da TRRS de R. Duval, primando por trabalhos que envolvessem aplicações no ensino de física. Essas informações foram oriundas de artigos, livros, e dissertações contidas em bases de dados especializadas. Decerto, como a TRRS foi desenvolvida para atividades em matemática, o que observamos durante nossos achados foram uma gama muito grande de trabalhos voltados à área. Pouco obtivemos de aplicações no ensino de Física, no entanto, algumas muito boas. Por

¹¹ Disponível em: <https://gitlab.com/remram44/taguette/-/releases/v1.4.1>

exemplo, nos estudos de Soares e Trevisan (2017) que buscaram desenvolver uma análise acerca de problemas de aprendizagem matemática a partir de conteúdos explorados em aulas de Física.

Um outro estudo interessante foi o de Lima (2019), que investigou os processos de formação, tratamento e conversão propostos pela TRRS, a partir das unidades significantes no processo de conversão semiótica de Duval.

5.5.2 Sondagem

Antes de iniciarmos a aplicação da SD, realizamos um conjunto de quatro aulas expositivas – não estruturada na mobilização de registros semióticos – com temáticas relativas ao estudo da eletricidade, discutindo os seguintes objetos de conhecimento em cada aula: diferença de potencial (d.d.p.); corrente elétrica e geradores; resistência elétrica, resistores e lei de Ohm; arranjo de resistores em paralelo. Essas aulas ocorreram em sala de aula, em média com 20 alunos da turma, com o uso de quadro branco, pincel e apagador, e foram realizadas com dois intuitos.

O primeiro deles, era o de cumprir com uma parte da matriz curricular que é voltada aos dispositivos elétricos e seus possíveis arranjos em um circuito. O segundo, ocorreu a partir da aplicação de uma avaliação padronizada que denominados de **pré-teste da sequência didática** (vide apêndice A). O objetivo de termos aplicado um pré-teste, pós-aulas expositivas, foi o de averiguar se um conjunto de aulas como essas, sem estarem baseadas na TRRS, permitem fazer com que o aluno possa aprender um dado objeto de conhecimento, suas particularidades e aplicações voltadas à temática tratada, nos permitindo verificar a existência ou não desses elementos através das respostas informadas.

Além disso, essa sondagem nos deu um parâmetro para verificar se os objetos tratados na SD atenderiam aos mesmos itens que buscamos averiguar com o pré-teste. Assim, pudemos comparar se certos objetos de conhecimento e seus respectivos significados já estavam presentes antes da aplicação da SD, ou se foram absorvidos durante o processo de aplicação dela. Na realização do pré-teste, havia 19 alunos presentes e, apenas 16 deles sinalizaram que iriam participar da implementação da sequência didática.

Nesta etapa utilizamos como recurso adicional as notas nos memorandos. Sendo que, estas foram realizadas apenas após o fim de cada aula expositiva. Nelas, descrevemos o envolvimento dos participantes com os temas abordados, os questionamentos feitos por eles

durante as explicações de cada temática e, as dúvidas que surgiram deles a partir dos questionamentos feitos pelo professor.

5.5.3 Preparação e execução

Nesta etapa o objetivo foi de preparar a sequência didática e os materiais destinados à coleta de dados. Verificamos a estrutura das unidades de aprendizagem (UA's), elaboramos o roteiro para a realização da entrevista (vide apêndice B), e estruturamos o software Obsidian para coleta de dados usando-o como **memorando**. Anteriormente a aplicação da SD, criamos um google sala de aula somente com os membros participantes. Esse ambiente foi criado com o intuito de passar informações prévias à cada unidade da sequência e, utilizarmos a aplicabilidade que o ambiente dispõe que é o recurso de **fórum**.

A seguir, conduzimos com a execução das práticas apontadas pela sequência desenvolvida. Organizamos e estruturamos em paralelo com os demais instrumentos de coletas de dados. Em cada prática fizemos registros nos memorandos de acordo com o nome de cada aula da SD:

- i. Modelagem de elementos básicos dos circuitos elétricos;
- ii. Modelagem dos circuitos elétricos em paralelo; e,
- iii. Construção de circuitos em CA.

5.5.4 Análise e comunicação

Nesta etapa, organizamos todos os dados coletados através do software livre **Taguette**. Criamos as codificações e categorizações por objeto de conhecimento e, de acordo com cada instrumento de coleta. Definimos a estrutura da análise que deveríamos executar e compilamos os resultados obtidos desta análise. Neste processo de análise, realizamos um comparativo com os memorandos construídos para observarmos a evolução a cada aula da sequência aplicada. Por fim, esse processo culminou neste manuscrito de dissertação acadêmica e na construção do produto educacional (vide apêndice H).

5.6 IMPLEMENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

5.6.1 Apresentação

Bellucco e Carvalho (2013) e Junior, Josias Rogério e Carvalho (2015) apontam em seus trabalhos alguns pontos relevantes que devem ser considerados quando se pretende

construir uma sequência de ensino-aprendizagem (sequência didática). Esses pontos relevantes precisam ser estruturados já no processo de construção de uma SD, devendo considerar um problema que permita a construção do conhecimento. Além disso, uma SD que permita sair da ação manipulativa para a ação intelectual.

Ainda, é necessário considerar que a sequência promova interações sociais entre os sujeitos que estão construindo cada etapa. Desta forma, os autores acima mencionados defendem que deve ser levado em consideração, também, o estímulo à participação ativa do estudante, o papel do professor, a criação de um ambiente encorajador, o conteúdo dever fazer sentido para o aluno e que haja a passagem da linguagem cotidiana para a linguagem científica.

Portanto, nesse ínterim, tomamos os trabalhos desses autores como inspiração para implementar a sequência didática abaixo descrita, cujo objetivo é mediar o ensino-aprendizagem de conceitos inerentes à compreensão de circuitos elétricos simples mediados por simulações computacionais.

A sequência didática apresentada foi aplicada na Escola Estadual Inspetora Dulcineia Varela Moura, localizada na zona norte de Manaus, com autorização da gestora da escola mediante Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), com alunos de uma turma de 1ª série do ensino médio, cujos pais, autorizaram os sujeitos participantes por meio de um TCLE.

O componente curricular de Física 1, tem carga horária de 80 horas/aula conforme estrutura curricular do ensino médio Nº 766, sendo destas, 20 horas/aula para a implementação dos tópicos do 4º bimestre referentes aos objetos de conhecimento: usinas hidroelétricas; consumo e rendimento de energia; transformação de energia solar em elétrica; dispositivos elétricos; circuitos elétricos. Deixando-nos uma margem de aproximadamente 4 horas/aula para implementar a SD acerca da temática deste trabalho. Este foi um dos motivos para que a SD fosse implementada com apenas três aulas.

5.6.2 Desenvolvimento e aplicação da SD

5.6.2.1 A implementação da unidade I (aula um)

Previamente à esta prática, informamos os alunos no fórum do google sala de aula, acerca dos objetos de conhecimento que iríamos discutir no laboratório e pedimos para que eles tomassem notas em seus cadernos.

Os objetos de aprendizagem informados foram definidos da seguinte maneira:

- **Fonte de tensão/voltagem alternada:** “É um elemento ativo que fornece uma tensão especificada que é completamente independente de outros elementos do circuito” (Alexander; Sadiku, 2013).
- **Resistor:** “Um resistor é um elemento passivo no qual a tensão v nele é diretamente proporcional à corrente i que passa por ele”(Alexander; Sadiku, 2013).
- **Circuito elétrico do tipo paralelo:** É simplesmente uma interconexão de elementos em que “Dois ou mais elementos estão em paralelo se eles estiverem conectados aos mesmos dois nós e, conseqüentemente, tiverem a mesma tensão entre eles” (Alexander; Sadiku, 2013).
- **Interruptor simples:** Este é o tipo mais básico, permitindo ligar ou desligar um circuito. É frequentemente utilizado para controlar uma única fonte de luz ou dispositivo.

Essas definições difundidas previamente, visaram atender a primeira atividade cognitiva fundamental dita como necessária para Duval: A **formação** de uma representação identificável. Neste caso, esta representação contempla o registro semiótico: **Registro em língua materna.**

Na implementação da unidade I, preparamos o laboratório de informática previamente dispondo-o de Data-show, para guiar os alunos na abertura do software e tirar dúvidas advindas deles no decorrer da aula. Além disso, deixamos uma janela do laptop projetando o ambiente do NI Multisim, e uma janela de trabalho com o Obsidian aberta para tomar notas das aulas a despeito da dinâmica conforme ia acontecendo. Deixamos também, todos os computadores já ligados e prontos para a prática, isso se fez eficiente dado o pouco tempo que tínhamos para desenvolver a primeira prática. As etapas dessa prática ocorreram a partir das seguintes atividades:

Quadro 9: componentes e atividades da aula um

Unidade I	Partes da unidade	Aulas	Duração
Etapas 1:		1	48 min
Atividades a serem desenvolvidas pelos alunos: Analisar o comportamento de uma fonte de voltagem; Avaliar a resposta de um resistor quando submetido a uma voltagem alternada; Construir um circuito paralelo simples sem interruptor e com interruptor simples; Medir quantidades relativas as voltagens da fonte e sobre o resistor; Verificar o devido posicionamento de volímetros e amperímetros em um circuito.			

Atividades realizadas pelo professor:

- a. Orientação inicial acerca da aquisição de componentes a serem usados na construção do circuito facilitando a localização destes no ambiente;
- b. Realização da entrega da UA nº 01 para cada participante, visando a devida orientação e guia para construção dos circuitos a serem estudados e o devido preenchimento do que se pedia conforme a interação ocorria;
- c. Cria notas no Obsidian acerca do que foi observado, questionado pelos alunos, e das principais dificuldades apresentadas;
- d. Controla o tempo de aula conforme especificado no plano de aula (vide apêndice).

Atividades realizadas pelos alunos:

- a. Realiza ponto a ponto cada indicação dada na UA nº 01, obtendo os componentes, ligando-os e respondendo cada pergunta contida na referida UA;
- b. Tira dúvidas acerca das questões não compreendidas e de dúvidas advindas a partir da construção dos circuitos;
- c. Preenche devidamente os campos solicitados presentes na UA;
- d. Verifica ao final o devido preenchimento da UA, registra e salva os circuitos construídos na forma de projetos dentro do ambiente.

Fonte: Adaptado da dissertação de mestrado de (Bastos, 2023)

À medida que os grupos foram interagindo com as ferramentas do ambiente e cumprindo cada etapa da unidade de aprendizagem (UA), as representações ali presentes levaram os alunos a realizar processos de **tratamento e conversão** em que, “A conversão de uma representação é a transformação desta representação em uma representação de outro registro” (Henriques; Almouloud, 2016). Neste caso, levamos os alunos a mobilizarem os objetos de conhecimento do registro em língua materna para o **registro simbólico**, visto que, eles se materializam em símbolos definidos dentro do âmbito da padronização dos desenhos elétricos.

No passo 6 desta referida UA (vide apêndice D), constava de perguntas visando fazê-los realizar a mudança de representação em que, os alunos foram levados a representar os voltímetros em uma equação algébrica simples. Que Duval e Moretti (2012) denominam de **registro algébrico**. E, logo a seguir, descrever quantidades para a equação informada. De modo a, mobilizarem o registro de partida para o **registro numérico**.

Faltando alguns minutos para o fim da prática, pedimos para que os alunos verificassem atentamente as respostas que foram dadas em cada questionamento levantado e,

os informamos que algumas novas postagens seriam feitas no Google sala de aula antes da prática dois.

5.6.2.2 A implementação da unidade II (aula dois)

Previamente à esta prática, informamos os alunos no fórum do google sala de aula, acerca dos objetos de conhecimento que iríamos discutir no laboratório e pedimos para que eles tomassem notas em seus cadernos.

Os objetos de aprendizagem informados foram definidos da seguinte maneira:

- **Lâmpada simples:** É um elemento passivo, ou seja, não é capaz de gerar energia. Ao ser atravessado por uma corrente elétrica, converte a energia que recebe das cargas em luz visível.
- **Elemento de carga CA:** É um elemento passivo em um circuito em CA que representa um dispositivo elétrico qualquer.
- **2ª lei de Kirchhoff:** “A soma das correntes que entram em um nó é igual a soma das correntes que saem do nó” (Alexander; Sadiku, 2013).

Assim como na prática 01, pretende-se com isso, sair da representação *em língua materna (registro em língua materna)* a respeito destes conceitos tratados, e ir para uma representação elétrica simbólica (*registro simbólico*), realizando uma *conversão semiótica*.

Algumas perguntas feitas no fórum foram respondidas. Elas eram relacionadas a dúvidas sobre o próprio ambiente NI Multisim. Pois, no fim da prática da unidade I, alguns alunos pediram o login de acesso para utilizarem em casa o programa. Eles foram informados através do google sala de aula, foram dadas orientações e, um dia depois, colocaram dúvidas a respeito de outros componentes elétricos, a respeito de botões para ligar/desligar etc.

Na implementação da unidade II, preparamos o laboratório e os instrumentos de coleta de dados da mesma maneira que a preparação para a implementação da unidade anterior. Neste caso, as etapas dessa prática ocorreram a partir das seguintes atividades:

Quadro 10: Componentes e atividades da aula dois

Unidade II	Partes da unidade	Aulas	Duração
		1	48 min
Atividades a serem desenvolvidas pelos alunos: Compreender o acionamento de lâmpadas de forma direta e com interrupção; Avaliar elementos de carga em um circuito e compará-los com o comportamento apresentado por resistores;			

Verificar a validade da 2ª lei de Kirchhoff.

Atividades realizadas pelo professor:

- a. Orientação inicial acerca da aquisição de componentes a serem usados na construção dos circuitos facilitando a localização destes no ambiente;
- b. Realização da entrega da UA nº 02 para cada participante, visando a devida orientação e guia para construção dos circuitos a serem estudados e o devido preenchimento do que se pede conforme a interação ocorria;
- c. Cria notas no Obsidian acerca do que foi observado, questionado pelos alunos, e das principais dificuldades apresentadas;
- d. Controla o tempo de aula conforme especificado no plano de aula (vide apêndice C).

Atividades realizadas pelos alunos:

- a. Realiza ponto a ponto cada indicação dada na UA nº 02, obtendo os componentes, ligando-os e respondendo cada pergunta da referida UA;
- b. Tira dúvidas acerca das questões não compreendidas e de dúvidas advindas a partir da construção dos circuitos;
- c. Preenche devidamente os campos solicitados presentes na UA;
- d. Verifica ao final o devido preenchimento da UA, registra e salva os circuitos construídos na forma de projetos dentro do ambiente.
- e. Separa e salva o último projeto construído para realização de impressão e uso na aula de nº 03.

No passo três da unidade 02, fizemos a inserção de dois dispositivos denominados: **elementos de carga AC**. Onde argumentamos que estes símbolos representam qualquer equipamento de uma residência e que funciona em voltagem alternada. Esta argumentação visa pegar um objeto (qualquer dispositivo CA) e dá-lo uma representação identificável, que neste caso, visamos torná-lo um **registro simbólico**.

Disposto desse registro, pode-se manipulá-lo nas simulações de tal modo a exibir seus comportamentos em um circuito elétrico e associá-los ao objeto real, uma vez que, “neste sentido, o uso de animações e simuladores vem a contribuir com uma representação visual dinâmica destes sistemas, facilitando o entendimento dos mesmos” (Correia Domingues; Alves Pereira de Carvalho; Strieder Philippsen, 2021).

No passo 4.1 da UA, buscamos levar os alunos a comparar o comportamento de resistores com o comportamento apresentado pelos elementos de carga CA. Uma vez que

temos esses comportamentos associados, também levamos os alunos a associar o símbolo de resistor ao símbolo do elemento de carga CA.

A essa conversão de representações dentro de um mesmo registro, neste caso registro simbólico, Duval chama de **tratamento**. Que consiste em “uma transformação que se efetua no interior de um mesmo registro, aquele onde as regras de funcionamento são utilizadas; um tratamento mobiliza então apenas um registro de representação” (Duval, 2009).

Esta associação é necessária, pois, é comum usar resistores em circuitos de voltagem contínua. No entanto, nas abordagens que envolvem construções AC na prática, é comum nos referirmos aos dispositivos elétricos em geral, como elementos de carga.

No passo 5 (cinco) trazemos à tona a discussão do conceito atrelado à 2ª lei de Kirchoff. Na qual pedimos para que os grupos releiam o conceito referente a ela, permitindo que desenvolvamos uma representação identificável, neste caso, inserindo o conceito da lei no registro semiótico: *língua materna*. Feito isso, associamos a palavra nó, a um ponto no circuito onde temos a divisão de correntes elétricas, em que elas entram e saem do nó. Facilitamos essa visualização de correntes a partir dos amperímetros colocados no circuito. Essa transição, é entendida como *conversão semiótica*.

A seguir, os alunos realizam uma outra conversão do mesmo objeto, neste caso, para um *registro algébrico*, onde uma equação é proposta para representar essa divisão que a corrente elétrica faz conforme haja duas ou mais cargas no circuito paralelo. Assim, buscamos fazê-los perceber que a soma das correntes que entram no nó é igual a soma das que saem dele.

Julgamos necessário realizar essas duas conversões, a respeito da 2ª lei de Kirchoff, pois é um conceito difícil de se entender na prática. No entanto, ele se faz tão essencial na construção de circuitos, visto que, com a compreensão dele é possível dimensionar todos os cabos elétricos de uma instalação elétrica, por exemplo. “Além disso, ao conseguir mobilizar duas representações de um mesmo objeto matemático considera-se que houve uma compreensão desse objeto” (Ribeiro Junior; Vieira; Costa, 2021).

Por fim, no passo de nº 06, buscamos evocar nos alunos os conceitos aprendidos no decorrer das construções no simulador. Sem, para isso, precisar fazer uso de instrumentos de medição. Apenas usando deduções acerca do que foi tratado. No item 6.3 levamos os alunos a realizarem uma conversão semiótica. Em que, a partir do desenho do circuito (registro simbólico) ele possa construir uma equação que represente as correntes elétricas ali presentes (registro algébrico).

5.6.2.3 A implementação da unidade III (aula três)

Anteriormente a aula três, fizemos alguns informes no google sala de aula, informando que iríamos tratar nossa terceira sequência no laboratório de ciências. Além disso, pedimos que eles trouxessem alicates e fios elétricos para aumentar o quantitativo de material disponível para a execução, algo que eles atenderam prontamente no dia. No entanto, na tarde anterior à prática, o setor de logística da SEDUC realizou a entrega de livros didáticos e a gestão da escola os colocou no laboratório de ciências.

Assim, para que a prática não fosse adiada, decidimos realizá-la usando as mesas do refeitório da escola. Elas são extensas, há circuladores de ar no local e fizemos isso no início do expediente, para que nenhuma outra turma pudesse interromper.

Quadro 11: Componentes e atividades da aula três

Unidade III	Partes da unidade	Aulas	Duração
		1	48 min
Atividades a serem desenvolvidas pelos alunos:			
Montar o circuito elétrico que foi montado no simulador na prática 2 – passo 6, na bancada física;			
Avaliar as associações das interligações dos dispositivos no simulador e dos dispositivos dispostos na montagem física;			
Verificar, a partir da montagem e discussões realizadas pelo grupo, se os alunos chegam as mesmas conclusões a que chegaram quando estavam no simulador.			
Atividades realizadas pelo professor:			
a. Orientação inicial acerca da aquisição de componentes a serem usados na construção dos circuitos facilitando a localização destes no ambiente;			
b. Entrega a UA nº 03 para cada grupo, dá as devidas orientações para a construção dos circuitos e, posteriormente, a discussão entre eles acerca das perguntas presentes na unidade.			
c. Controla o tempo de aula conforme especificado no plano de aula (vide apêndice C).			
d. Auxilia quanto ao manuseio de alicates, cortes dos fios e fixação usando as chaves phillips e fenda.			
e. Realiza a entrevista com cada equipe usando o gravador de voz, e o questionário estruturado desenvolvido para o processo de entrevista (vide apêndice B).			
Atividades realizadas pelos alunos:			

- a. Realizam ponto a ponto cada indicação dada na UA nº 03, ligando os componentes e verificando a estrutura da montagem realizada.
- b. Tiram dúvidas acerca da montagem física dos circuitos;
- c. Preenchem, a partir de uma discussão entre si, as perguntas constantes na UA;
- d. Verificam ao final do tempo preestabelecido, o devido preenchimento da UA.
- e. Discutem com o professor a respeito das perguntas feitas a eles no decorrer da entrevista, buscando dar argumentos coerentes com o que foi tratado durante todas as práticas.

Foram criados quatro grupos contendo 4 alunos em cada. Essa escolha dos membros foi realizada por eles mesmos. Cada equipe recebeu a unidade de aprendizagem nº03, os materiais necessários para a realização da montagem e, foram dadas orientações de como realizar a prática com eficiência. A seguir, definimos um tempo de montagem equivalente a 20 minutos e 5 minutos para que eles parem a montagem e discutam a respeito das quatro perguntas que constam no texto da UA. Neste passo, mesmo que eles não tivessem terminado a montagem, foram orientados a encerrar no período preestabelecido. A proposta aqui é avaliar o quanto eles conseguiram absorver do processo de montagem de circuitos com o uso das simulações. Isso significa que, a habilidade com as ferramentas e a rapidez na montagem não devem ser levadas em consideração. Mas estimamos que eles consigam montar pelo menos dois dos circuitos.

É importante frisar que durante o tempo de montagem, buscamos auxiliá-los minimamente, visando esclarecer pontos quanto a montagem física, visto que, este foi o primeiro contato deles. Este processo de montagem foi desenvolvido para nos indicar o quanto eles conseguiram associar das definições dadas previamente, com as representações tratadas nas simulações. Com isso, pode-se inferir se a construção dos registros semióticos e o conjunto de mobilizações entre os registros semióticos, foram efetivos para o processo de aprendizagem.

No texto da unidade nº03 há quatro perguntas. As duas primeiras tinham o intuito de avaliar o nível de compreensão que eles fizeram da 2ª lei de Kirchoff, a associação feita entre os registros semióticos simbólicos com os dispositivos físicos da bancada e a definição de corrente elétrica e sua medição que só pode ser feita com um amperímetro.

A terceira pergunta foi desenvolvida para verificar a aprendizagem de uma propriedade fundamental dos circuitos elétricos em paralelo: “*Elementos em paralelo sempre têm a mesma tensão sobre eles ($v_1 = v_2$)*” (Alexander; Sadiku, 2013). Nas UA’s um e dois, ambas no passo de número seis, os alunos foram levados a identificar essa propriedade e

medi-la. Além disso, esperávamos que eles pudessem indicar os pontos no circuito em que podemos obtê-la. Essa ação nos permitiu verificar se eles compreenderam a diferença entre medir voltagem e corrente em um circuito.

A última pergunta objetivou verificar o entendimento deles de que, a corrente total está atrelada a quantidade de elementos de carga/dispositivos que temos em um circuito. Quanto maior for essa quantidade, maior será o consumo de corrente elétrica. Neste ponto, buscamos perceber se eles conseguem demonstrar a associação entre o registro simbólico dos elementos de carga, as propriedades de resistência elétrica e de consumo de corrente elétrica.

Uma vez finalizado o tempo de discussão, tivemos um tempo de vinte minutos para passar em cada bancada, verificando e registrando a execução da montagem e realizando perguntas para as equipes. Nesta etapa final, fez-se a coleta de dados através de gravação de áudio e através de registros fotográficos.

5.7 DO PROCESSO DE ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS À COMPILAÇÃO E CATEGORIZAÇÃO DOS RESULTADOS

5.7.1 Dos dados do pré-teste

O pré-teste foi construído para servir como base para a sequência didática. Sua estrutura buscou verificar a compreensão de conceitos tratados nas aulas expositivas. Esses conceitos foram etiquetados da seguinte maneira para desenvolvermos o processo de análise:

Quadro 12: etiquetas atreladas aos objetos de conhecimento e os indicadores

Etiquetas	Indicadores	Objetos de conhecimento
P1	Verificar a compreensão do que pode ser entendido como fonte de voltagem/gerador elétrico (representação).	Diferença de potencial (d.d.p.) / voltagem
P2	Verificar a compreensão da definição de gerador elétrico.	Gerador elétrico / Diferença de potencial (d.d.p.) / voltagem
P3	Verificar a compreensão da propriedade dos circuitos elétricos em paralelo, cujas voltagens sobre os	Circuitos elétricos em paralelo com resistores

	dispositivos são iguais.	
P4	Verificar a compreensão da 2ª lei de Kirchhoff (lei dos nós)	Circuitos elétricos em paralelo com resistores
P5	Verificar a compreensão da relação corrente resistência	Resistência elétrica e resistores
P6	Verificar se eles compreendem a função de um gerador elétrico em um circuito.	Corrente elétrica e geradores
P7	Verificar a compreensão da definição da primeira lei de Ohm	Resistência elétrica e resistores

Fonte: Elaborado pelos autores

Esses indicadores foram baseados nas aulas e temas tratados em sala. Assim, em cada pergunta buscamos verificar um ou mais conceitos e/ou propriedades que foram discutidos com eles. Após esse processo, seguimos estruturando um quadro de respostas com acertos e erros e desenvolvemos um elemento gráfico para melhor visualizar. Por fim, comparamos a análise com os memorandos desenvolvidos durante as aulas, buscando elementos que pudessem contribuir nas explicações, tanto para acertos quanto para os erros.

5.7.2 Etiquetas, indicadores e o processo de análise dos dados das UA's

Para análise dos dados obtidos das UA's, fizemos a transcrição dos textos escritos pelos alunos em cada Unidade em papel para um documento individual em formato word (.docx). Criamos três projetos individuais no software de análise **Taguette**, denominados: Dissertação de mestrado_análise da UA1; Dissertação de mestrado_análise da UA2; e Dissertação de mestrado_análise da UA3. Pois, percebemos que se fizéssemos as análises em um único projeto, o programa iria misturar as categorias de indicadores presentes nas unidades analisadas.

Dentro do ambiente, realizamos a construção dos indicadores que nortearam nossa análise, fizemos a adição dos arquivos individuais relativos a cada UA de cada aluno em cada projeto. Faça-se saber aqui, quanto a unidade três. Que consistiria em transcrever por meio de uma plataforma de conversão de áudios em documento texto, as entrevistas realizadas com

cada grupo de alunos. No entanto, o arquivo ficou baixo demais e com bastante ruído devido o ambiente em que estávamos: refeitório da escola, ventiladores funcionando, carros passando do lado de fora. Isso fez com que as plataformas de conversão usadas, não conseguissem transcrever corretamente os arquivos de áudio.

Neste caso, tivemos que fazer a transcrição manualmente. Criando um arquivo docx para cada grupo, ouvindo as partes principais que envolviam as respostas dos alunos e observações e tomando notas. Após isso, inserimos os quatro arquivos da UA três no Taguette e realizamos a devida categorização dos indicadores, criamos as etiquetas para cada indicador e fizemos a análise. No Taguette, as etiquetas que marcam os indicadores são denominadas **Highlights**.

A seguir, temos os quadros referentes a esse processo para cada UA analisada:

Quadro 13: Highlights, indicadores e objetos de conhecimento da UA nº01

Highlights	Indicadores	Objetos de conhecimento da UA
HL1UA1	Compreendeu para que serve um interruptor simples>liga/desliga	Interruptor simples
HL2UA1	Demonstrou compreender a definição de resistência elétrica	Resistência elétrica
HL3UA1	Demonstrou compreender a relação corrente x resistência elétrica	Corrente elétrica e resistência elétrica
HL4UA1	Fonte de voltagem>formas em que ela pode se manifestar (material)	Geradores elétricos
HL5UA1	demonstrou compreender definição de tensão>voltagem>fonte de voltagem>função de um gerador	Geradores elétricos como fonte de voltagem
HL6UA1	demonstrou compreender um circuito paralelo>circuito aberto não circula corrente e	Circuitos elétricos em paralelo

	vice-versa	
HL7UA1	demonstrou compreender um circuito paralelo>propriedade de mesma voltagem sobre os componentes	Propriedades dos circuitos elétricos em paralelo
HL8UA1	demonstrou saber o que é um resistor>para que serve	Definição de resistor e sua relação com a corrente elétrica

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a construção da análise da UA dois, os Highlights e indicadores foram estruturados da seguinte maneira:

Quadro 14: Highlights, indicadores e objetos de conhecimento da UA nº02

Highlights	Indicadores	Objetos de conhecimento
HL1UA2	Compreende a definição de potência>maior potência maior corrente	Relação corrente e potência elétrica
HL2UA2	Compreende que dispositivos em paralelo estão sob a mesma voltagem	Propriedades dos circuitos em paralelo
HL3UA2	Compreende que quanto mais dispositivos maior a corrente	Relação corrente elétrica e quantidade de dispositivos em um circuito
HL4UA2	Compreende que resistência elétrica é uma propriedade dos dispositivos	Resistência elétrica
HL5UA2	Compreende>só há corrente em circuito fechado	Circuitos elétricos
HL6UA2	Consegue comparar>elementos de carga e resistores	Relação resistor x elemento de carga em um circuito CA
HL7UA2	Consegue perceber o caráter algébrico da 2ª lei de Kirchhoff	2ª lei de Kirchhoff

HL8UA2	Consegue por si só escrever a 2ª lei de Kirchhoff na forma algébrica	2ª lei de Kirchhoff
HL9UA2	Demonstra compreender o que é corrente elétrica	Corrente elétrica
HL10UA2	Demonstra que compreendeu a 2ª lei de Kirchhoff em um circuito (manifestação)	2ª lei de Kirchhoff
HL11UA2	Dispositivos com mesma resistência consomem mesma corrente	Relação corrente x resistência elétrica

Fonte: elaborado pelos autores.

E para a construção e análise da entrevista (UA nº03) o quadro relacional de indicadores, objetos de conhecimento e seus respectivos Highlights ficou da seguinte maneira:

Quadro 15: Highlights, indicadores e objetos de conhecimento da UA nº03

Highlights	Indicadores	Objetos de conhecimento
HL1UA3	Associa a resposta dada com a relação algébrica conhecida como lei de Ohm	1ª lei de Ohm
HL2UA3	Compreende a diferença entre corrente individual e total.	Corrente elétrica e 2ª lei de Kirchhoff
HL3UA3	Compreende a função do interruptor (está relacionado com a secção de corrente).	Interruptor de corrente
HL4UA3	Compreende que a corrente diminui na proporção das somas dos consumos dos dispositivos. (está relacionado com a 2ª lei de Kirchhoff)	Relação corrente elétrica x quantidade de dispositivos x 2ª lei de Kirchhoff
HL5UA3	Compreende que cada dispositivo consome uma	Corrente elétrica

	única corrente.	
HL6UA3	Compreende que nos circuitos paralelos a voltagem nos dispositivos é igual da fonte.	Circuitos paralelos: propriedades
HL7UA3	Compreende que sem um dispositivo, não há corrente elétrica.	Dispositivos elétricos: propriedades
HL8UA3	Descobrir elementos que tornaram a prática difícil de ser executada>fixação dos fios >emendas	Fatores ambientais que dificultaram a execução da prática
HL9UA3	Descobrir elementos que tornaram a prática difícil de ser executada>manuseio de ferramentas	Fatores ambientais que dificultaram a execução da prática
HL10UA3	Descobrir elementos que tornaram a prática difícil de ser executada>medo de choque	Fatores ambientais que dificultaram a execução da prática
HL11UA3	Descobrir elementos que tornaram a prática difícil de ser executada>pouco tempo dado para montagem	Fatores ambientais que dificultaram a execução da prática
HL12UA3	Entende que é a corrente elétrica que passa pelo fio.	Corrente elétrica
HL13UA3	Percebe que a corrente total está ligada ao número de equipamentos no circuito.	Corrente elétrica e 2ª lei de Kirchhoff

Fonte: elaborado pelos autores.

Por fim, foram com esses indicadores que realizamos toda a análise sobre os instrumentos de coleta de dados obtidos no decorrer da SD.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 DO PRÉ-TESTE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Da análise do pré-teste pudemos construir o seguinte quadro relacionando as etiquetas (que envolvem os conceitos discutidos) com os acertos e erros dos alunos que participaram. No total, 19 alunos comporam a execução deste:

Quadro 16: Etiquetas, acertos e erros do pré-teste

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Acertos	9	3	5	8	5	4	5
Erros	10	16	14	11	14	15	14
Relação acertos/total	47%	16%	26%	42%	26%	21%	26%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esta relação acima entre acertos e o total, foi desenvolvida com base na divisão entre número de alunos que acertaram a questão relativa a cada etiqueta e o total de alunos que realizaram o pré-teste.

Neste quadro é perceptível que grande parte dos conceitos e propriedades discutidas em sala de aula não foram absorvidos. Podemos justificar isso acerca, primeiramente, da não mobilização dos registros de representação diversos – por parte dos alunos – que esses objetos apresentam. Visto que, as aulas expositivas ministradas foram planejadas para não buscar mobilizar esses conceitos por meio da TRRS, isso se fez necessário para não interferir nos resultados da SD, em que, todos os conceitos tratados foram discutidos nela por meio da TRRS.

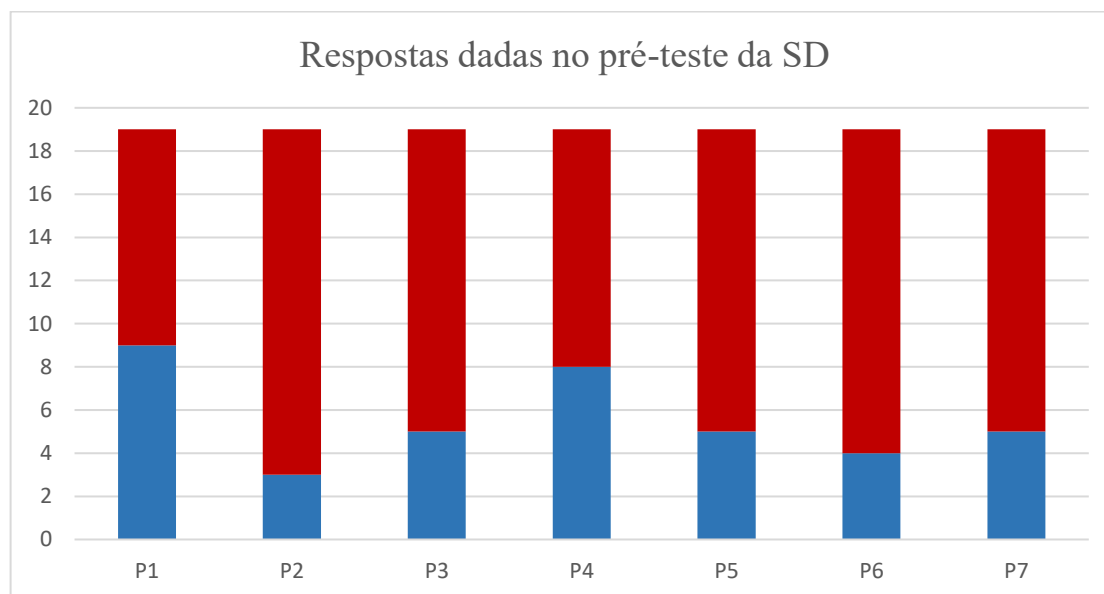
Segundo, que assim como Tommasiello, Dos Santos e Franzol (2017) citam que: “os alunos têm dificuldades com a interpretação de textos e em perceber como a linguagem matemática pode ‘substituir’ o texto em língua natural”, tivemos a mesma percepção acerca das aulas expositivas relativas a todas as etiquetas acima.

Apenas os objetos P1 e P4 tiveram uma maior expressividade. Isso se deve ao número de exercícios que foram realizados (conforme consta no memorando AE números 01 e 04) no decorrer da aula expositiva um, em que tratamos sobre diferença de potencial, em quais dispositivos podemos encontrá-la e citamos diversos exemplos. A etiqueta P4 está relacionada ao objeto: circuitos elétricos em paralelo e propriedades. Que foi discutido na aula expositiva quatro.

Nesta aula, discorreremos sobre a característica que esse tipo de circuito apresenta. Discutimos propriedades como: (a) os dispositivos apresentam a mesma voltagem que da fonte; (b) a corrente se divide conforme a 2ª lei de Kirchhoff; (c) quanto mais dispositivos

elétricos houver, maior será o consumo de corrente elétrica. A seguir, pudemos também expressar a relação entre acertos, erros e as etiquetas por meio do gráfico:

Gráfico 1: Acertos e erros presentes no pré-teste



Fonte: Elaborado pelos autores.

Em azul, temos os acertos para cada etiqueta, e em vermelho, as repostas erradas. Acreditamos que parte desses resultados se deve também, ao conjunto de equações e símbolos que este módulo sobre circuitos apresenta. De acordo com (Mora, 2019, tradução nossa), “Durante o processo de modelagem matemática de um fenômeno científico, particularmente em física, o aluno deve passar de um quadro de racionalidade física para um quadro de racionalidade matemática que mobiliza diferentes registros semióticos”. E só é possível compreendê-lo por meio deste conjunto.

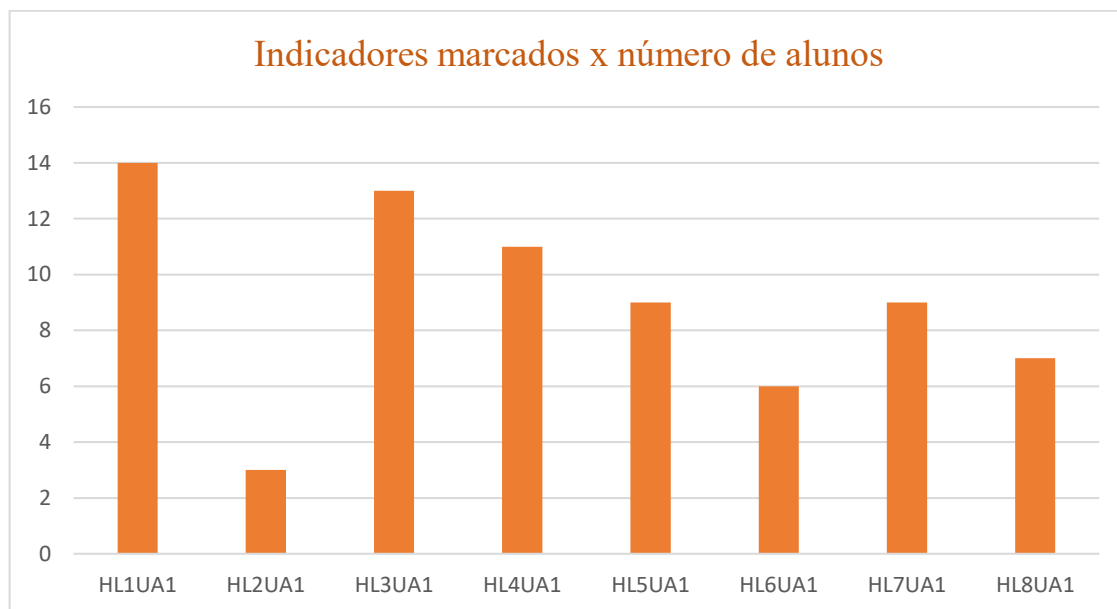
Ficou evidente neste ponto que, os alunos apresentam dificuldades quando as variáveis presentes nas fórmulas e equações contém várias letras e em sua maioria, não possui o termo desconhecido: X. Como observado nos estudos de (Lima, 2019; Tommasiello; Dos Santos; Franzol, 2017; Tommasiello; Santana, 2017).

6.2 AS UNIDADES DE APRENDIZAGEM

6.2.1 Unidade de aprendizagem um

Após a análise dos documentos desta UA, realizamos a devida categorização através dos indicadores e realizamos as devidas codificações (criação de Highlights). Esse processo culminou nos seguintes resultados:

Gráfico 2: Indicadores x alunos que atenderam os marcadores¹²



Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com o memorando UA nº01, nesta etapa uma das maiores dificuldades percebidas foram problemas com manuseio do computador. Os alunos, em sua maioria, não possuem computadores de mesa em casa. Então percebeu-se um atraso no manuseio do mouse, teclado e com a interação com a tela e o ambiente Multisim. Isso de certa forma, criou um ambiente um pouco mais tenso no começo da prática. Percebeu-se que isso influenciou até no ato dos alunos tomarem suas notas na UA.

Dos oito indicadores desenvolvidos no decorrer da UA, seis deles indicaram uma porcentagem de marcações acima de 50% dos participantes. Apenas, os marcadores HL3 E HL6 ficaram abaixo desse valor. Acreditamos que isso se deveu ao fato de que a primeira UA não possuía elementos suficientes para permitir a mobilização de registros semióticos relativos aos marcadores que estão ligados diretamente à: (HL3UA1) relação corrente x resistência elétrica; (HL6UA1) Propriedades dos circuitos elétricos em paralelo.

Mora (2019) e Paiva; Jr (2013), perceberam essas nuances em seus trabalhos em que o primeiro chega a citar: “As dificuldades apresentadas pelos sujeitos de sua pesquisa possuem características essencialmente semióticas, ou seja, estão relacionadas à forma como

¹² Entende-se também aqui por Highlights

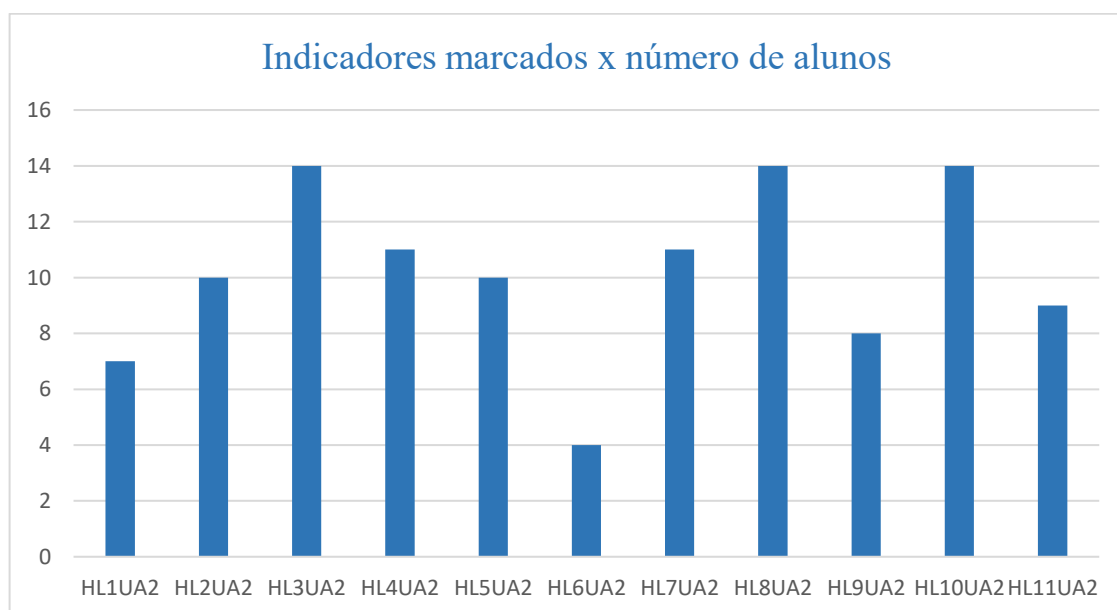
os alunos constroem e dão sentido aos signos presentes”. Se esses objetos de conhecimento tratados não foram organizados de tal modo, a permitir a construção de significados, acabam culminando em dificuldades e, por conseguinte, a não internalização dos objetos.

6.2.2 Unidade de aprendizagem dois

Conforme o memorando UA nº02, nessa prática dois as dificuldades com o manuseio foram menores, seja por causa do intervalo entre a prática um e esta que foi pequeno, seja por causa que uma parte desses alunos após o término da primeira aula, foram observados ainda no laboratório de informática perscrutando o ambiente do Multisim. Além disso, oito alunos me pediram o login do ambiente para mexer no computador na casa de parentes e colegas.

Ainda conforme as notas de memorando, as dificuldades dos alunos foram principalmente voltadas ao objeto e seu significado: elementos de carga CA, e sua relação com resistência elétrica. Isso fica evidente quando dispomos o gráfico a seguir:

Gráfico 3: Indicadores x alunos que atenderam os marcadores



Fonte: Elaborado pelos autores

O marcador referente a esse objeto é o HL6UA2. Ficou evidente nas notas do memorando que não foi possível observar uma melhor compreensão desse objeto, mesmo com algumas intervenções em alguns momentos com os alunos nas suas estações de trabalho. Verificamos nas literaturas de que dispúnhamos e não encontramos nenhuma referência ao termo e a tentativa de realizar tratamentos, ou conversões semióticas sobre ele. Assim, nossa atenção se voltou para a própria formação do objeto. Em seu livro, Duval (2017, tradução

nossa) cita que: “a formação é um dos elementos essenciais para se desenvolver significado aos alunos”.

Neste caso, como esse termo é uma expressão do jargão técnico de engenharia elétrica e eletrotécnica, não nos atentamos para seu processo de formação e posterior conversão. Assim, é possível observar na UA dois, que em vários momentos buscamos levar os alunos a associar a expressão com resistores, elementos de consumo de corrente, seja via símbolos ou de forma algébrica. Mas como a formação não foi realmente trabalhada, percebemos sua não compreensão por parte dos alunos.

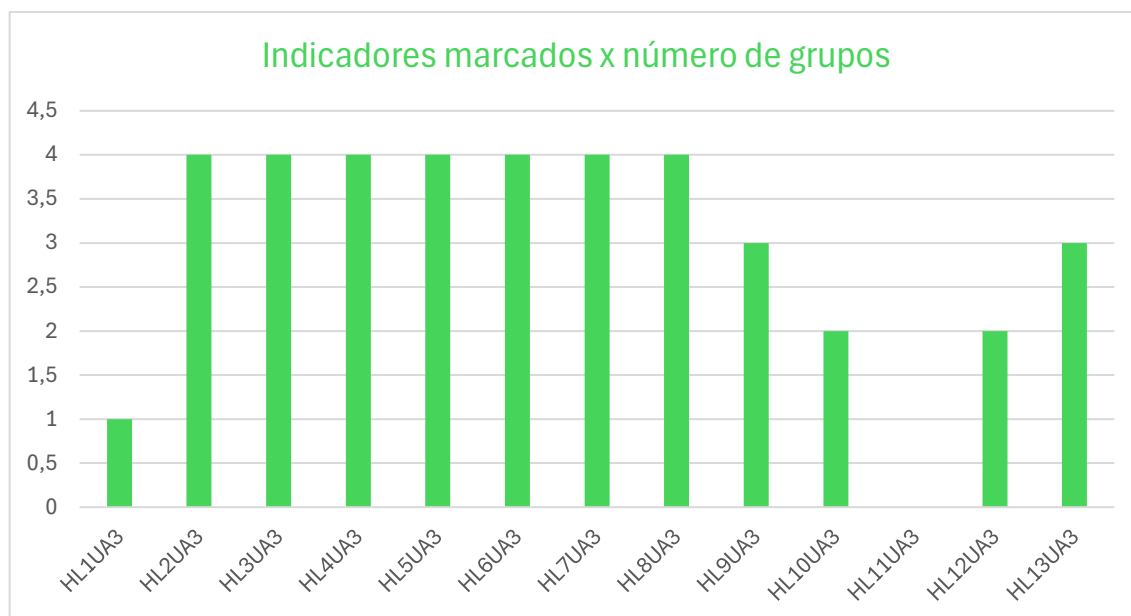
No gráfico três, é possível perceber que a compreensão dos demais objetos e seus significados foram evidenciados por mais de 50% dos alunos. E ainda, conceitos relativos à relação corrente x resistência da unidade um (HL3UA1) e propriedade dos circuitos elétricos em paralelo (HL6UA1) que ficaram em torno de 26% anteriormente, foram melhor tratados nesta unidade e isso ficou perceptível nos marcadores (HL11UA2) e (HL5UA2), respectivos aos conceitos.

Por fim, nesta unidade, buscamos evidenciar as diversas manifestações da 2ª lei de Kirchoff, seja de forma simbólica, seja de forma algébrica e numérica, sempre buscando vincular esse objeto com seu registro de representação em língua materna. Com isso, a compreensão desse conceito ficou evidenciada nos marcadores: HL7UA2, HL8UA2 E HL10UA2, do gráfico acima. Essas diversas representações se devem ao fato de que “a mobilidade entre os registros também é significativa, e a análise do procedimento de correspondência dos registros de representação semiótica se faz necessária ao desenvolvimento dos conteúdos físicos” (Lima, 2019).

6.2.3 Unidade de aprendizagem três – a entrevista

Conforme o quadro 7, dos marcadores HL2UA3 ao HL7UA3, todos esses objetos de conhecimento já haviam sido tratados grande parte na UA dois e as demais na UA de número um. Foram conceitos bastante mobilizados no decorrer da aplicação das práticas e, este resultado pode ser visto no gráfico a seguir:

Gráfico 4: Indicadores x grupos de alunos



Fonte: Elaborado pelos autores.

Aqui, pode-se evidenciar que compreensões acerca de: corrente elétrica, 2ª lei de Kirchoff, circuitos paralelos e suas propriedades, interrupção de corrente relacionada com a não circulação de cargas elétricas no circuito, fizeram-se presentes no entendimento dos alunos. Quanto ao marcador HL1UA3, não foi o grupo neste caso que demonstrou compreender a 1ª lei de Ohm, foi somente uma aluna do grupo que deu a resposta para a pergunta.

Esse conceito não foi desenvolvido nos seus diversos aspectos no decorrer da SD. Ele foi mais bem apresentado durante as aulas expositivas em sala de aula. Além disso, indaguei a aluna após o fim da prática para perguntar por que ela havia respondido aquela pergunta: *“tinha assistido um vídeo sobre circuitos no canal Me Salva do Youtube”*. Assim, pudemos concluir que a pergunta em si da entrevista não fazia sentido para a sequência, visto que, não havia um conjunto de representações para esse objeto nas UA's.

Os marcadores HL8 à HL11 foram definidos como marcadores ambientais. Foi uma forma criada para compararmos melhor os dados obtidos da entrevista com os fatores que poderiam influenciar na prática. Uma vez que, não estávamos tomando notas nos memorandos, pois essa atividade exigia um pouco de suporte do professor na montagem dos alunos devido as práticas elétricas destes serem basicamente inexistentes.

Nenhum dos grupos citou o fator **pouco tempo para execução** como um problema. Em sua maioria, os fatores de maior dificuldade foram: manusear as ferramentas, fixar os fios e o medo de pegar choque, mesmo todos sendo informados previamente que nada estava

ligado e, que só seria ligado no momento de testar o experimento montado e revisado pelo professor.

Quanto ao marcador HL12UA3, referente ao conceito de corrente elétrica, apenas dois grupos (8 alunos) puderam indicar onde se podia medir a corrente individual que passava por cada dispositivo elétrico. Esses mesmos oito alunos, foram os que comporam o marcador da unidade anterior através do Highlight: HL9UA2, em que demonstraram compreender o conceito de corrente e a diferença entre corrente individual e total do circuito. Um fator que pode explicar a não indicação nos marcadores, por parte das outras equipes, foi a forma como responderam à pergunta feita:

Figura 20: Resposta referente ao marcador HL12UA3 do grupo três

GRUPO 3: Brenno; José Ailson; Felipe; Luana

1) Para obter o consumo de corrente de cada dispositivo, onde devo posicionar meu dispositivo de medição? Por que você acha que o medidor deve ficar aí?

R: (alunos apontam primeiro para os fios que alimentam os equipamentos). Porque o medidor só vai pegar a corrente dele.

Fonte: Extraído do documento de análise UA3 do Taguette

e,

Figura 21: Resposta referente ao marcador HL12UA3 do grupo quatro

GRUPO 4: Henrique; Elizane; Yago; Osvaldo

1) Para obter o consumo de corrente de cada dispositivo, onde devo posicionar meu dispositivo de medição? Por que você acha que o medidor deve ficar aí?

O medidor deve ficar na entrada de cada fio das lâmpadas e desses eletrodomésticos.

Porque quando a gente coloca em cada um, vai medir só de cada um.

Fonte: Extraído do documento de análise UA3 do Taguette

Neste caso, julgamos que as respostas dadas não indicavam a compreensão do objeto referente ao marcador. Por fim, o marcador HL13UA3 está relacionado ao objeto 2ª lei de Kirchhoff. Três dos grupos conseguiram atender ao quesito compreensão conceitual e nos demais aspectos que essa lei se apresenta. O grupo que não indicou essa marcação foi por causa da não realização de parte da sua montagem:

Figura 22: Resposta referente ao marcador HL13UA3 do grupo três

5) Se eu quisesse retirar o ventilador da tomada, o que acontece com a corrente total? E com a corrente no fio que vai para a tomada?

(pulei esta pergunta pois eles só montaram o circuito de lâmpadas).

Fonte: Extraído do documento de análise UA3 do Taguette

Portanto, esse marcador não foi pontuado por eles. Além disso, uma das alunas do grupo havia faltado às duas primeiras práticas da SD e no dia desta montagem, ela não ajudou muito, ficando lá conversando e atrapalhando os demais. De maneira geral, os grupos

trabalharam bem na construção do experimento. Alguns não conseguiram fazer a montagem completa, isso se fez devido a falta de organização entre eles principalmente.

6.2.4 Um comparativo do pré-teste com os marcadores indicados nas UA's

Aqui, decidimos traçar e demonstrar um comparativo tomando os objetos de conhecimento presentes nas perguntas P1 a P7 do pré-teste e estes mesmos objetos desenvolvidos ao longo das Unidades de Aprendizagem:

Quadro 17: Comparativo das etiquetas do pré-teste com os Highlights das UA's

ETIQUETAS PRÉ-TESTE	HIGHLIGHTS DAS UA's
P1	HL4UA1
P2	HL5UA1
P3	HL2UA2
P4	HL10UA2
P5	HL3UA1
P6	HL5UA1
P7	HL1UA3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os marcadores listados no lado direito do quadro 8, indicam o quantitativo de alunos em que pudemos perceber a compreensão referente aos objetos de conhecimento cujas evidências se buscou ao aplicar o pré-teste pós aulas expositivas. Com base nos dados de ambos, construímos os seguintes gráficos:

Gráfico 5.a: respostas referentes aos objetos de conhecimento no pré-teste

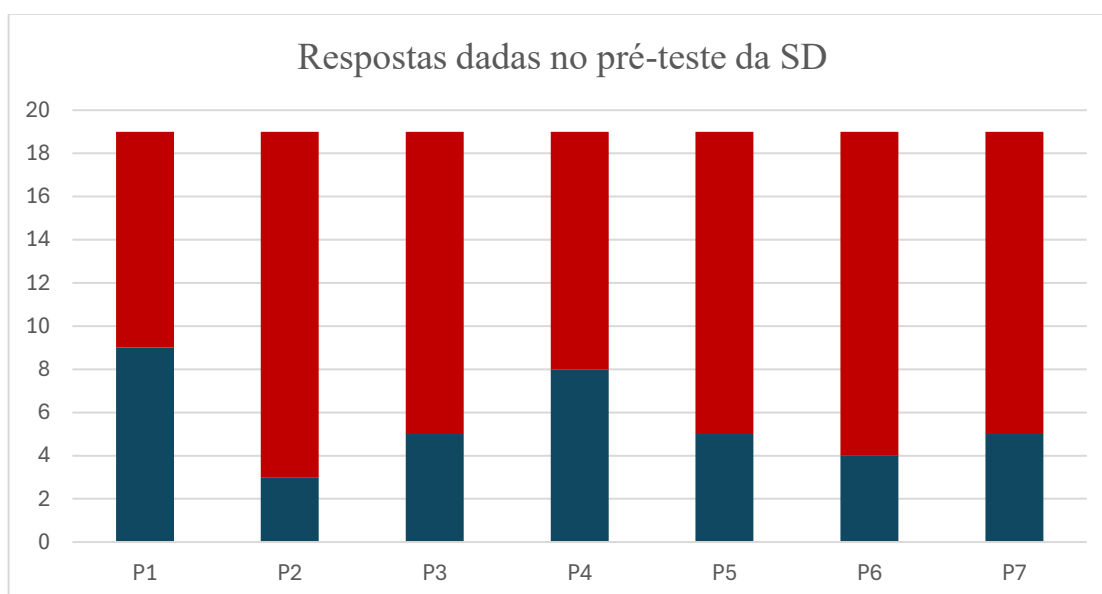
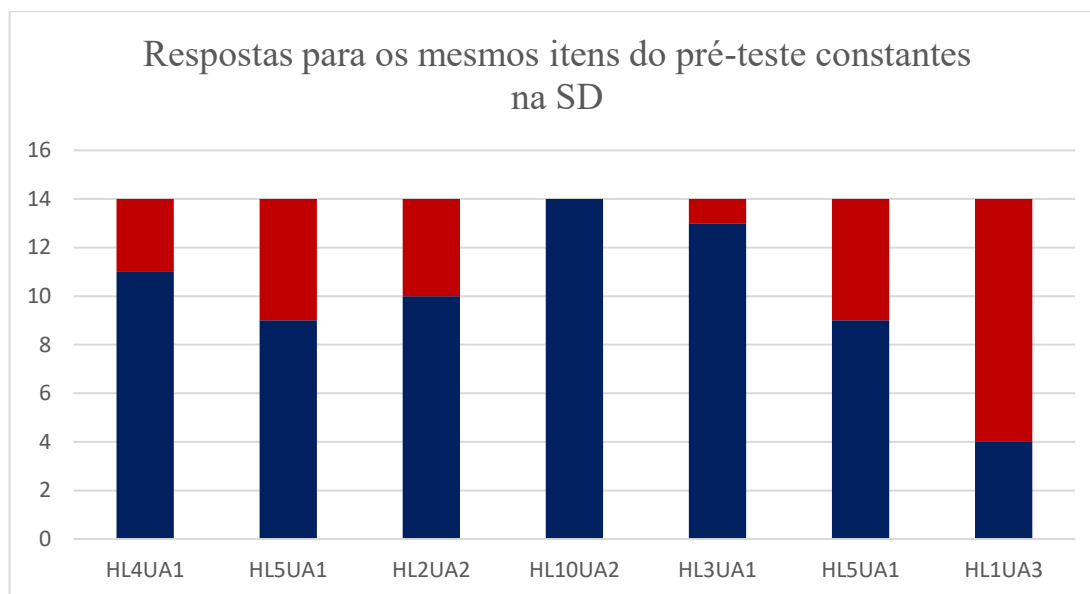


Gráfico 5.b: respostas referentes aos objetos de conhecimento nos marcadores das UA's



Fonte: Elaborado pelos autores.

Em azul, estão as respostas corretas dadas para cada objeto de conhecimento referente a cada Highlight. Cabe ressaltar que o item P1 está diretamente relacionado com o Highlight HL4UA1, assim como o item P2 associado a HL5UA1 e assim sucessivamente. Os objetos de conhecimento contidos nos Highlights do gráfico 5.b correspondem aos objetos de conhecimento do gráfico 5.a.

Desta forma, podemos perceber que a compreensão conceitual se tornou mais robusta ao longo das unidades de aprendizagem utilizadas no decorrer da sequência didática, à exceção do marcador HL1UA3 que implica na indicação da compreensão da 1ª lei de Ohm, em que sua pouca expressividade foi justificada no fato da SD não ter permitido a mobilização dos registros de representações relativos a ele.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desenvolvemos, a partir da semiótica de Raymond Duval, uma sequência didática que permitiu subsidiar a compreensão de conceitos importantes voltados à concepção de circuitos elétricos simples empregando simulações computacionais. Nela, empregamos uma estratégia de ensino colaborativa a partir do uso de diferentes registros de representações semióticas mobilizando-os e, verificando se as conversões entre registros de representações de um mesmo objeto influenciavam em uma melhor compreensão de conceitos essenciais para construção desses circuitos. Desta forma, conseguimos desenvolver nos alunos uma associação de elementos conceituais que se fazem presente na temática tratada neste manuscrito com dispositivos elétricos presentes em nosso cotidiano.

Acreditamos que este trabalho, também apresentou pontos em que se poderia desenvolver mais, seja em um número maior de aulas, seja ajustando os instrumentos de coleta de dados e seus respectivos questionários estruturados, seja numa aplicabilidade experimental mais robusta. Neste caso, sabemos que temos espaço para desenvolver outras abordagens através da coordenação entre os registros, que podemos mergulhar ainda mais na teoria de Duval buscando desenvolver ferramentas e instrumentos que visem um olhar para o conceito de unidades significantes, por exemplo. No entanto, como nosso estudo tinha um caráter de alcance descritivo, julgamos este, ser portanto, um outro caminho com um olhar metodológico que aponta, inspira e suscita novas abordagens sob novos aspectos e abarcando novos objetos de conhecimento.

Por fim, apontamos para a importância de se coordenar os diversos tipos de linguagens presentes no ensino de Física, seja a simbólica, a algébrica, a oral e escrita, demonstrando que as relações desenvolvidas e suas articulações por meio da teoria de registros semióticos possibilitam evidenciar o domínio do conteúdo científico por parte dos alunos. Percebemos que suas maiores dificuldades estão ligadas a natureza semiótica do que lhe é apresentado. Ou seja, como eles dão sentido aos signos e como constroem algo a partir dos seus significados. Assim, isso nos leva a concluir que o ensino de Física, seja via aulas expositivas, experimentais, modelos computacionais, metodologias ativas etc., deve ser desenvolvido a partir dos registros semióticos de Duval.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, C. K.; SADIKU, M. N. O. **Fundamentals of electrical circuits**. 3. ed. [S. l.]: McGrawHill, 2006.
- ALEXANDER, C. K.; SADIKU, M. N. O. **Fundamentos de circuitos elétricos**. 5ªed. [S. l.]: Amgh, 2013.
- BASTOS, K. da L. **Uma sequência didática para o ensino do modelo padrão**. 2023. 177 f. Dissertação de mestrado (programa de pós-graduação em ensino tecnológico) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2023.
- BEAUD, S.; WEBER, F. **Guia Para a Pesquisa De Campo**. 2. ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2014.
- BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. D. **Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 30, 2013.
- CORREIA DOMINGUES, G. H.; ALVES PEREIRA DE CARVALHO, H.; STRIEDER PHILIPPSEN, G. **Ensino de circuitos elétricos por meio de tecnologias digitais: uma proposta didática baseada na Aprendizagem Significativa e nos Três Momentos Pedagógicos**. Revista Insignare Scientia - RIS, [s. l.], v. 4, n. 6, p. 597–613, 2021.
- CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. 3 ed.ed. Porto Alegre: Penso, 2014.
- D'AMORE, B.; PINILLA, M. I. F.; IORI, M. **Primeiros elementos de semiótica: sua presença e sua importância no processo de ensino-aprendizagem da matemática**. 1 ed.ed. São Paulo: LF Editorial, 2015.
- DUVAL, R. **Semiósis e Pensamento Humano: Registro semióticos e aprendizagens intelectuais**. [S. l.]: LF Editorial, 2009. (Contextos da Ciência).
- DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano: Registros semióticos y aprendizajes intelectuales**. 2. ed. Cali, Colômbia: Cali: programa editorial Universidad del Valle, 2017. (302.2).
- DUVAL, R.; MORETTI, Trad. M. T. **Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento***Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée*. Revemat: revista eletrônica de educação matemática, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 266, 2012.
- GIBBS, G. **Análise De Dados Qualitativos**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física - eletromagnetismo**. 10. ed.ed. Rio de Janeiro: Ltc-Livros Tecnicos E Cientificos Editora Lda, 2016. v. 3
- HEINECK, R.; ALMEIDA VALIATI, E. R.; WERNER DA ROSA, C. T. **Software educativo no ensino de Física: análise quantitativa e qualitativa**. Revista Iberoamericana de Educación, [s. l.], v. 42, n. 6, p. 1–12, 2007.

HENRIQUES, A.; ALMOULOU, S. A. **Teoria dos registros de representação semiótica em pesquisas na Educação Matemática no Ensino Superior: uma análise de superfícies e funções de duas variáveis com intervenção do software Maple**. Ciência & Educação (Bauru), [s. l.], v. 22, n. 2, p. 465–487, 2016.

JUNIOR, N. B.; JOSIAS ROGÉRIO; CARVALHO, A. M. P. D. **O processo de argumentação no discurso de alunos do ensino médio em uma sequência de didática de física moderna**. [s. l.], 2015. Disponível em: <http://rgdoi.net/10.13140/2.1.1753.1686>. Acesso em: 11 ago. 2025.

LIMA, L. G. D. **A teoria dos registros de representação semiótica: contribuições para o ensino e a aprendizagem da Física**. Investigações em Ensino de Ciências, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 196, 2019.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8 ed.ed. São Paulo: Editora Atlas Ltda, 2017.

MORA, C. **La semiótica en la enseñanza de la física semiotic in the teaching of physics**. [s. l.], v. 7, n. 3, 2019.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica: eletromagnetismo**. 2. ed.ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2015. v. 3

PAIVA, J. R.; JR, N. B. **Cooperação e especialização entre modos semióticos em um texto didático de ensino de física moderna**. [s. l.], 2013.

RIBEIRO JUNIOR, O. A.; VIEIRA, B. M.; COSTA, R. G. D. **A Teoria de Raymond Duval no ensino de funções matemáticas**. Research, Society and Development, [s. l.], v. 10, n. 3, p. e27310313325, 2021.

SAMPIERI, H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5 ed.ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTAELLA, L. **O que é semiótica**. 1 ed., 32ª reimpress. São Paulo: Brasiliense, 2012.

SANTOS, P. A. D.; ROSA, A. D. S.; BULEGON, A. M. **As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para o ensino e a aprendizagem de Ciências da Natureza e Matemática na perspectiva da BNCC**. Research, Society and Development, [s. l.], v. 10, n. 1, p. e59510112157, 2021.

SILVA, R. L.; SILVA, G. S.; MACÊDO, H. R. A. D. **Tecnologia no ensino de física: Os ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) e os simuladores**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, [s. l.], p. 136–147, 2020.

SOARES, J. C. B.; TREVISAN, E. P. **Ensino de Física e a teoria dos registros de representação semiótica: identificando problemas de aprendizagem de conteúdos matemáticos**. Revista Even. Pedagóg., [s. l.], v. 8, n. 21, p. 443–468, 2017.

TIPLER, P. A. **Física Para Cientistas E Engenheiros: Eletricidade E Magnetismo Ótica**. 6. ed.ed. Rio de Janeiro: Ltc-Livros Tecnicos E Cientificos Editora Ltda, 2015. v. 2

TOMMASIELLO, M. G. C.; DOS SANTOS, L. R.; FRANZOL, S. D. **Dificuldades dos**

alunos com os registros de representação semiótica em aulas de física de uma escola brasileira de ensino médio: o x da questão. Comunicações, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 23, 2017.

TOMMASIELLO, M. G. C.; SANTANA, S. de J. **Uma análise das imagens sobre indução eletromagnética em livros de física brasileiros de ensino médio.** Enseñanza de las ciencias, [s. l.], 2017.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. **Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review.** British Journal of Management, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 207–222, 2003.

APÊNDICE A – PRÉ-TESTE DA SD

DIVISÃO DISTRITAL ZONA NORTE – CDE 07
E.E. INSPETORA DULCINEIA VARELA MOURA - INEP 13030426
RUA DO AYMORÉ, Nº 220 – NOVO ISRAEL
CIÊNCIAS DA NATUREZA - FÍSICA

PRÉ-TESTE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Prof. Nelson de Oliveira Rezende

Aluno (a): _____

1) Em nosso cotidiano nos deparamos com diversos geradores elétricos, então, dentre as alternativas abaixo, qual se trata de um gerador elétrico?

a) Pilhas elétricas.

b) Resistores elétricos.

c) Condutores elétricos.

d) Ventiladores.

e) Ferro de passar.

2) Qual a função principal de um gerador de elétrico?

a) Produzir efeito Joule para o circuito posterior.

b) Produzir resistência elétrica para facilitar o movimento de cargas elétricas.

c) Manter uma diferença de potencial a partir da transformação de um outro tipo de energia em energia elétrica.

d) Produzir cargas elétricas para que possam se deslocar dentro dos condutores.

e) Diminuir a resistência elétrica para facilitar o movimento de cargas elétricas.

3) Dois resistores R_1 e R_2 de 30 Ohms cada, foram colocados em paralelo entre si e com uma pilha de 9 Volts. Qual a voltagem sobre o resistor R_2 ?

a) 4,5 Volts.

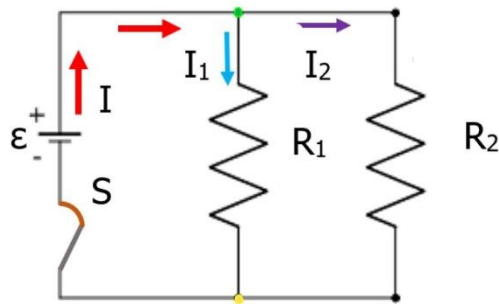
b) 9,0 Volts.

c) 3,34 Volts.

d) 1,67 Volts.

e) 6,67 Volts.

4) Seja o circuito abaixo:



Sabendo-se que as correntes I e I_1 valem, respectivamente, $1,5\text{A}$ e $1,0\text{A}$. Qual o valor da corrente I_2 ?

- a) $2,0\text{A}$
- b) $1,5\text{A}$
- c) $1,0\text{A}$
- d) $0,5\text{A}$
- e) $2,5\text{A}$

5) Em um circuito com um gerador de 50 Volts , um resistor de 25 Ohms cuja corrente elétrica que o atravessa é igual a 2 Amperes , foi substituído por um resistor de 5 Ohms . O que ocorreu com a corrente elétrica?

- a) A corrente foi reduzida em duas vezes, uma vez que o consumo diminuiu.
- b) A corrente foi reduzida em 5 vezes, uma vez que a resistência diminuiu também.
- c) A corrente foi reduzida três vezes para equilibrar com o gerador de voltagem.
- d) A corrente aumentou duas vezes, uma vez que a lei de Ohm deve ser obedecida.
- e) A corrente aumentou em cinco vezes, à medida que, a resistência diminuiu na mesma proporção.

6) Em um circuito com dois resistores iguais e sem um gerador elétrico, qual será a corrente elétrica que atravessará cada um dos resistores?

- a) será a mesma, uma vez que os resistores são iguais.
- b) Será a metade, uma vez que, eles são iguais e, portanto, dividirão a corrente elétrica.
- c) Não haverá corrente elétrica no circuito.
- d) Haverá corrente elétrica no circuito pois os resistores convertem corrente elétrica em efeito Joule.
- e) A corrente elétrica será o dobro da qual seria se houvesse apenas um resistor.

7) A respeito da primeira lei de Ohm, podemos afirmar:

- a) Ela estabelece uma relação entre resistência elétrica e efeito Joule.
- b) Ela estabelece uma relação entre corrente elétrica e o movimento de cargas elétricas em um condutor.
- c) Ela estabelece que um dispositivo elétrico ao ser submetido a uma diferença de potencial, ele será percorrido por uma corrente elétrica.
- d) Ela estabelece uma relação entre a constituição dos materiais elétricos e seu comportamento com a temperatura.
- e) Ela explica que, mantendo uma corrente sempre constante percorrendo o dispositivo, quanto maior a resistência elétrica menor será a voltagem necessária para um circuito funcionar adequadamente.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO USADO NA ENTREVISTA

DIVISÃO DISTRITAL ZONA NORTE – CDE 07
E.E. INSPETORA DULCINEIA VARELA MOURA - INEP 13030426
RUA DO AYMORÉ, Nº 220 – NOVO ISRAEL
CIÊNCIAS DA NATUREZA - FÍSICA

QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO DA ENTREVISTA

Prof. Nelson de Oliveira Rezende

- 1) Para obter o consumo de corrente de cada dispositivo, onde devo posicionar meu dispositivo de medição? Por que você acha que o medidor deve ficar aí?

Objetivo da pergunta:

Entende que é a corrente elétrica que passa pelo fio.

Compreende que cada dispositivo consome uma única corrente.

- 2) E para obter a corrente total, onde o medidor deve ficar?

Objetivo da pergunta:

Compreende a diferença entre corrente individual e total.

- 3) A voltagem que eu medir nos terminais de uma dessas lâmpadas será a mesma da fonte? Por quê?

Objetivo da pergunta:

Compreende que nos circuitos paralelos a voltagem nos dispositivos é igual da fonte.

- 4) Uma vez que eu tenha a voltagem da fonte e a corrente total do circuito, eu consigo estimar o valor da resistência elétrica total do circuito?

Objetivo da pergunta:

Associa a resposta dada com a relação algébrica conhecida como lei de Ohm

- 5) Se eu quisesse retirar o ventilador da tomada, o que acontece com a corrente total? E com a corrente no fio que vai para a tomada?

Objetivo da pergunta:

Percebe que a corrente total está ligada ao número de equipamentos no circuito.

Compreende que sem um dispositivo, não há corrente elétrica.

- 6) Essas duas lâmpadas são iguais. O consumo de corrente elétrica de cada uma vale 0,2 A. se as duas forem desligadas, quanto em amperes que a corrente irá diminuir?

Objetivo da pergunta:

Compreende que a corrente diminui na proporção das somas dos consumos dos dispositivos. (está relacionado com a 2ª lei de Kirchhoff)

- 7) Quais maneiras são possíveis para eu interromper a corrente elétrica que passa por essas lâmpadas?

Objetivo da pergunta:

Compreende a função do interruptor (está relacionado com a secção de corrente).

- 8) Qual foi a maior dificuldade de vocês nessa prática?

Objetivo da pergunta:

Descobrir elementos que tornaram a prática difícil de ser executada:

- a. Fixação dos fios; realização de emendas; pontos onde colocar os fios
- b. Manuseio de ferramentas
- c. Medo de pegar choque
- d. Pouco tempo para execução da montagem

APÊNDICE C – PLANOS DE AULA DA SD

UNIDADE TEMÁTICA	(☒) Matéria e Energia (☐) Vida e Evolução (☐) Terra e Universo		
OBJETO DO CONHECIMENTO	Circuitos e dispositivos elétricos: fonte de tensão alternada (CA); Resistor CA; Circuito elétrico em paralelo; interruptor simples.		
OBJETIVO ESPECÍFICOS	Analisar o comportamento de uma fonte de voltagem; avaliar a resposta de um resistor quando submetido a uma voltagem alternada; Construir um circuito paralelo simples sem interruptor e com interruptor simples; Medir quantidades relativas as voltagens da fonte e sobre o resistor; Verificar o devido posicionamento de volímetros e amperímetros em um circuito.		
ATIVIDADE DE VERIFICAÇÃO	A atividade de verificação ocorrerá em concomitante com a construção dos elementos no simulador de acordo com o documento: UA, e o devido preenchimento dos requisitos exigidos por ela.		
TEMPOS PEDAGÓGICOS	METODOLOGIA		
Retomada do conteúdo (☐) Correção do exercício da aula anterior (☐) Correção de Simulado (☐) Correção de Avaliação (☐) Revisão da aula anterior (☐) Revisão do conteúdo em estudo. TEMPO PREVISTO: 48 min	(☒) Acolhida (☒) Organização da sala (☐) Expor a agenda no quadro (☒) Apresentar os objetivos da aula (☐) Visto no caderno <i>Especifique:</i> (☐) Resolução comentada de questões no quadro (☒) Exposição em slide (☒) Construção dos elementos propostos em roteiro no simulador (☒) Preenchimento do roteiro a cada passo realizado no simulador		
Abertura: Apresentação do conteúdo TEMPO PREVISTO: 08 min	(☐) Leitura individual do texto no livro didático (☐) Leitura coletiva do texto no livro didático (☒) Aula expositiva dialogada (☐) Análise de imagens (☒) Slides abordando o assunto <i>Especifique: Ao movê-los para o laboratório de informática, os alunos se dirigirão para seus locais em cada estação contendo computador, receberão a UA da referida aula e receberão as orientações prévias pelo professor por meio do data show</i>		
Sequência de atividades: (☒) Vivência com material concreto (☒) Atividade diferenciada (☐) Desafios Científicos TEMPO PREVISTO: 30 min	<i>Especifique:</i> Diante do simulador, eles acompanharão passo a passo, tudo o que o que é informado e pedido na unidade de aprendizagem: as abas a serem utilizadas para obter os componentes exigidos, o desenho dos circuitos a serem construídos e as informações que deverão extrair para preencher os dados que lhes são pedidos. Neste momento, o professor atuará como um mediador do processo, auxiliando-os em dúvidas quanto ao uso do simulador de maneira geral. Para tal, irá projetar sua tela do simulador no Data Show para que os alunos possam acompanhar de maneira mais efetiva e rápida.		
Fechamento: (☐) Livro Didático (☐) Atividade Extra (☐) Simulado (☐) Avaliação Parcial (☐) Avaliação Bimestral (☐) Exposição experimental TEMPO PREVISTO: 10 min	(☐) Resolução em sala (☐) Exercício de fixação em cópia (☒) Resolução em grupo (☐) Resolução para casa <i>Especifique: Após o devido preenchimento dos elementos solicitados no roteiro, os alunos deverão revisar as conclusões que chegaram a partir dos dados obtidos e com cada construção realizada. Essas conclusões serão construídas a partir de perguntas específicas contidas na própria unidade de aprendizagem.</i>		
RECURSOS	✓ Computador; ✓ Projetor; ✓ Slides usando o software Power Point; ✓ Papel A4 com roteiro e atividade impressa; ✓ Quadro branco e marcador.		
OBSERVAÇÃO			

PLANO DE AULA - UM

Visto do(a) Professor(a)

Visto do(a) Coordenador(a)

PLANO DE AULA - DOIS

UNIDADE TEMÁTICA	(X) Matéria e Energia () Vida e Evolução () Terra e Universo
OBJETO DO CONHECIMENTO	Circuitos e dispositivos elétricos: Lâmpadas; elementos de carga; 1ª lei de Kirchhoff
OBJETIVO ESPECÍFICOS	✓ Compreender o acionamento de lâmpadas de forma direta e com interrupção; ✓ Avaliar elementos de carga em um circuito e compará-los com o comportamento apresentado por resistores; ✓ Verificar a validade da 2ª lei de Kirchhoff.
ATIVIDADE DE VERIFICAÇÃO	A atividade de verificação ocorrerá em concomitante com a construção dos elementos no simulador de acordo com a Unidade de Aprendizagem, e o devido preenchimento dos requisitos exigidos nela.
TEMPOS PEDAGÓGICOS	METODOLOGIA
Retomada do conteúdo () Correção do exercício da aula anterior () Correção de Simulado () Correção de Avaliação () Revisão da aula anterior () Revisão do conteúdo em estudo. TEMPO PREVISTO: 48 min	(X) Acolhida () Resolução comentada de questões no quadro (X) Organização da sala (X) Exposição em slide () Expor a agenda no quadro (X) Construção dos elementos propostos em roteiro no simulador (X) Apresentar os objetivos da aula (X) Preenchimento do roteiro a cada passo realizado no simulador () Visto no caderno <i>Especifique: Em cada estação haverá uma unidade de aprendizagem da prática do dia. Os alunos deverão acessar o ambiente MULTISIM, seguir as instruções contidas nelas e a cada item, realizar o preenchimento de informações e dar respostas para as perguntas feitas.</i>
Abertura: Apresentação das atividades do dia. TEMPO PREVISTO: 08 min	() Leitura individual do texto no livro didático () Análise de imagens () Leitura coletiva do texto no livro didático (X) Slides abordando o assunto (X) Aula expositiva dialogada <i>Especifique: Ao movê-los para o laboratório de informática, cada aluno irá se dirigir para sua estação pré-definida dispondo da UA a ser trabalhada. O professor inicia explicando o que deverá ser feito na prática de nº 02.</i>
Sequência de atividades: (X) Vivência com material concreto (X) Atividade diferenciada () Desafios Científicos TEMPO PREVISTO: 30 min	<i>Especifique:</i> <i>Diante do simulador, eles acompanharão passo a passo, tudo o que o roteiro informa: as abas a serem utilizadas para obter os componentes exigidos, o desenho dos circuitos a serem construídos e as informações que deverão extrair para preencher os dados que lhes são pedidos. Neste momento, o professor atuará como um mediador do processo, auxiliando-os em dúvidas quanto ao uso do simulador de maneira geral. No entanto, neste passo, o professor não deverá interferir em responder dúvidas relativas as perguntas que constam na Unidade de aprendizagem.</i>
Fechamento: () Livro Didático () Atividade Extra () Simulado () Avaliação Parcial () Avaliação Bimestral () Exposição experimental TEMPO PREVISTO: 10 min	() Exercício do livro didático () Resolução em sala () Exercício de fixação em cópia () Resolução para casa (X) Resolução em grupo <i>Especifique: Após o devido preenchimento dos elementos solicitados, os alunos deverão verificar as conclusões que chegaram a partir dos dados obtidos e com cada construção realizada.</i>
RECURSOS	✓ Computador; ✓ Projetor; ✓ Slides usando o software Power Point; ✓ Papel A4 com roteiro e atividade impressa; ✓ Quadro branco e marcador.
OBSERVAÇÃO	

Visto do(a) Professor(a)

Visto do(a) Coordenador(a)

PLANO DE AULA - TRÊS

UNIDADE TEMÁTICA	(X) Matéria e Energia () Vida e Evolução () Terra e Universo
OBJETO DO CONHECIMENTO	Circuitos e dispositivos elétricos: fonte de tensão alternada (CA); carga CA; Circuito elétrico em paralelo; lâmpada; chave interruptor.
OBJETIVO ESPECÍFICOS	✓ Montar o circuito elétrico que foi montado no simulador na prática 2 – passo 6, na bancada física; ✓ Avaliar as associações das interligações dos dispositivos no simulador e dos dispositivos dispostos na montagem física; ✓ Verificar, a partir da montagem e discussões realizadas pelo grupo, se os alunos chegam as mesmas conclusões a que chegaram quando estavam no simulador.
ATIVIDADE DE VERIFICAÇÃO	A atividade de verificação ocorrerá mediante observação na montagem do circuito e após o cumprido o tempo, as equipes deverão responder a algumas perguntas para averiguar o nível de compreensão.
TEMPOS PEDAGÓGICOS	METODOLOGIA
Retomada do conteúdo () Correção do exercício da aula anterior () Correção de Simulado () Correção de Avaliação () Revisão da aula anterior () Revisão do conteúdo em estudo. TEMPO PREVISTO: 48 min	(X) Acolhida () Resolução comentada de questões no quadro (X) Organização da sala () Exposição em slide () Expor a agenda no quadro (X) Construção dos elementos propostos na bancada física (X) Apresentar os objetivos da aula (X) Análise de perguntas entre os grupos. <i>Especifique: Será dado aos grupos uma bancada física para montagem do circuito feito no simulador na prática 2 – passo 6 que lhes foi pedido para salvar ao final da aula. Após a montagem, lhes serão dadas algumas perguntas para discussão em grupo (estão alocadas na UA). Após esse tempo, os alunos serão indagados pelo professor com um conjunto de perguntas basilares.</i>
Abertura: Apresentação do conteúdo TEMPO PREVISTO: 08 min	() Leitura individual do texto no livro didático () Análise de imagens () Leitura coletiva do texto no livro didático (X) Apresentação dos objetivos da aula (X) Aula expositiva dialogada <i>Especifique: para esta prática, os grupos podem ser reunidos dentro da sala de aula, ou em um laboratório de ciências que possua bancada (ideal). Eles serão apresentados aos objetivos da aula e lhes será entregue a bancada física junto com uma cópia do circuito a ser montado na prática contendo, também, 4 perguntas para que discutam entre si quanto às respostas após a montagem.</i>
Sequência de atividades: (X) Vivência com material concreto (X) Atividade diferenciada (X) Desafios Científicos TEMPO PREVISTO: 20 min	<i>Especifique:</i> <i>Aos grupos, será dado o tempo de montagem dos elementos do circuito de 15 minutos a ser cronometrado. Cada circuito é duplicado, ou seja, uma vez que eles montem um, o outro será igual. Os cinco minutos restantes servirão para que eles discutam as quatro perguntas contidas no roteiro que lhes foi dado no início da prática. Neste ponto, o professor passará nas bancadas apenas com o intuito de observar. Se necessário, auxiliar minimamente nas conexões que devem ser realizadas.</i>
Fechamento: () Livro Didático () Resolução em sala () Atividade Extra (X) Avaliação do professor () Simulado () Avaliação Parcial () Avaliação Bimestral (X) Exposição experimental TEMPO PREVISTO: 20 min	() Exercício do livro didático () Resolução em sala () Exercício de fixação em cópia (X) Avaliação do professor (X) Resolução em grupo <i>Especifique: Encerrado o tempo de montagem e discussões, o professor deve verificar e avaliar o funcionamento pleno do circuito e, entrevistar cada grupo de alunos com base em um conjunto de perguntas semiestruturadas. Tomando notas das respostas seja no papel, ou gravador para posterior análise e coleta de dados.</i>
RECURSOS	✓ Bancada física para montagem experimental (construção própria conforme material do produto educacional); ✓ Papel A4 com dicas de montagem, circuito a ser montado e perguntas para discussões posteriores a montagem; ✓ Quadro branco e marcador.
OBSERVAÇÃO	

Visto do(a) Professor(a)

Visto do(a) Coordenador(a)

APÊNDICE D – UNIDADES DE APRENDIZAGEM

UNIDADE DE APRENDIZAGEM 01

Objetivos da aula: Analisar o comportamento de uma fonte de voltagem; avaliar a resposta de um resistor quando submetido a uma voltagem alternada; construir um circuito paralelo simples sem interruptor e com interruptor simples; medir quantidades relativas as voltagens da fonte e sobre o resistor; Verificar o devido posicionamento de voltmímetros e amperímetros em um circuito.

Passo 1: Vá na área de trabalho e abra o software MULTISIM. Dentro do ambiente, no canto superior esquerdo, observe as seguintes figuras:

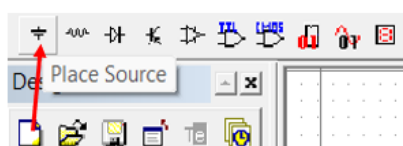


Figura 1: Obtenção da fonte de voltagem

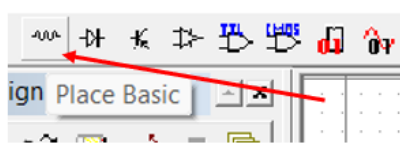


Figura 2: Obtenção do interruptor simples e do elemento resistor

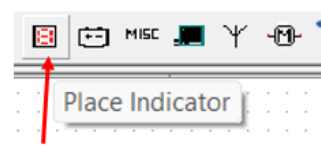


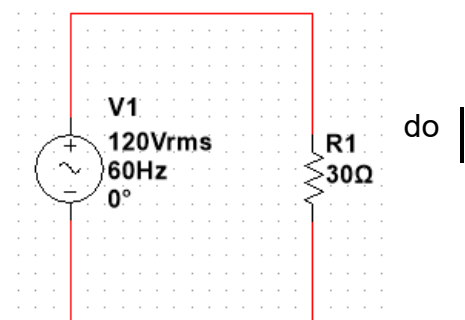
Figura 3: Obtenção dos medidores de voltagem e corrente elétrica

Estas guias que serão utilizadas na prática de hoje.

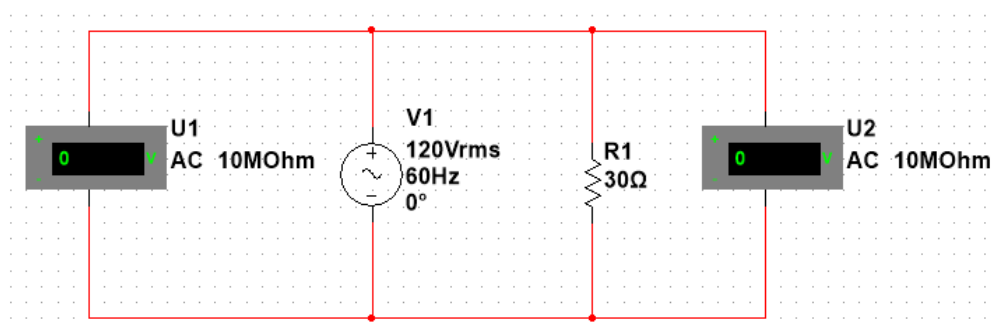
Passo 2: Dê um clique na aba *PLACE SOURCE*(figura 1), item *POWER SOURCES*, item *AC_POWER*. Ela retornará uma fonte de voltagem alternada.

Passo 3: Dê dois cliques sobre o componente e altere suas características para: voltagem = 120VAc e frequência = 60Hz.

Passo 4: Vá até a aba *PLACE BASIC* (figura 2), item *RESISTOR*, valor 30 e dê OK. Clique em um dos terminais da fonte, para formar um fio, e faça a ligação com um dos terminais resistor. Você obterá o seguinte circuito:



Passo 5: Vá na aba *PLACE INDICATOR* (figura 3), item *VOLTMETER*, item *VOLTMETER_V* e crie dois voltmímetros. Dê um duplo clique em ambos e mude a configuração deles para leitura em AC. Com eles, você deverá montar o seguinte circuito:



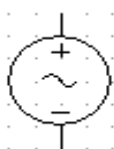
Passo 6: Dê o comando PLAY para fazer o circuito funcionar. Perceba que a voltagem da fonte (V_S) é igual a voltagem sobre o elemento resistor (V_R): [$V_S = V_R$].

6.1: Que valores são esses? _____.

Passo 7: De posse da definição de circuito paralelo, compare a mesma com o circuito acima e responda:

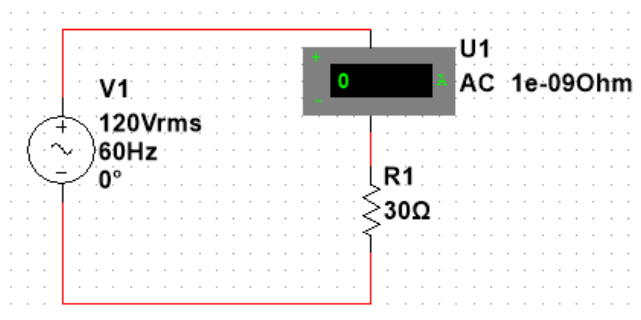
7.1: O circuito acima pode ser classificado como um circuito paralelo? _____ Por quê?

7.2: Procure no seu texto a definição de fonte de voltagem, leia e responda: se o elemento abaixo,



for retirado do circuito, o que será medido no Voltímetro do resistor V_R ? _____ Por _____ quê?

Passo 8: Remova os Voltímetros e os respectivos fios. Vá até a aba VOLTMETER, item AMMETER, item AMMETER_V. Este dispositivo serve para medir corrente elétrica, chamado Amperímetro. Dê dois cliques no mesmo e configure-o para AC. E monte o seguinte circuito:



8.1: Dê o PLAY e verifique, que medida de corrente elétrica foi obtida?

_____.

Passo 9: Dê uma pausa no circuito. Clique no resistor duas vezes e edite o valor de sua resistência para 10 Ohms. Dê o PLAY para que o circuito volte a funcionar.

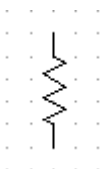
9.1: Qual o valor foi medido no Amperímetro?

_____. Ao alterar a resistência elétrica, você a aumentou ou a diminuiu?

_____. O que você percebeu quanto à corrente elétrica estabelecida no circuito quando realizou a alteração? _____.

9.2: O que você pode concluir a respeito das respostas dadas para estas duas últimas perguntas? Há alguma relação entre corrente e resistência elétrica?

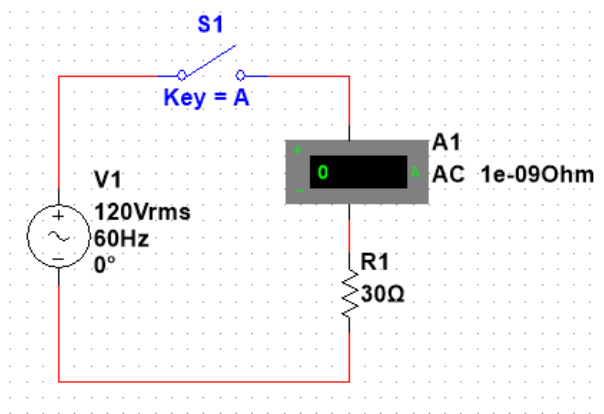
9.3: Volte ao seu texto de definições prévias, e procure pela definição de elemento resistor. Se retirarmos o componente relativo ao resistor, vai haver corrente elétrica no circuito? Por quê?



9.4: Você percebeu que a fonte de voltagem estabelece uma corrente no circuito? _____.

Isto lhe leva a concluir o quê?

Passo 10: Por fim, vá até aba PLACE BASIC, item SWITCH, item DIPSW1. Com ele, monte o circuito a seguir:



O elemento S1 é chamado de interruptor simples. Verifique em suas notas a definição do mesmo. A partir disso, dê o PLAY no circuito. Na condição em que ele se encontra acima, observe o que acontece no amperímetro. Que medida você obteve? _____. O que lhe leva a justificar a medida obtida?

Efetue o acionamento da chave, com o circuito em modo PLAY, e registre o valor constante no amperímetro. Com base nisso, o que você é levado a concluir a respeito do componente INTERRUPTOR SIMPLES?

UNIDADE DE APRENDIZAGEM 02

Objetivos: Compreender o acionamento de lâmpadas de forma direta e com interrupção; avaliar elementos de carga em um circuito e compará-los com elementos resistores; verificar a validade da 2ª lei de Kirchhoff.

Passo 01: Vá na área de trabalho do software MULTISIM, dentro do ambiente olhe para o canto superior esquerdo e observe os seguintes desenhos:

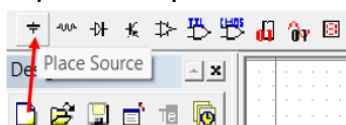


Figura 1: Obtenção da fonte de voltagem

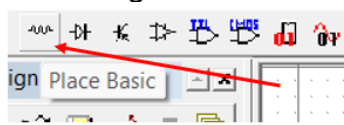


Figura 2: Obtenção do interruptor simples e do elemento resistor

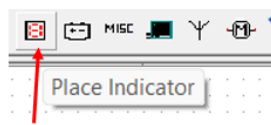


Figura 3: Obtenção dos medidores de voltagem e corrente elétrica

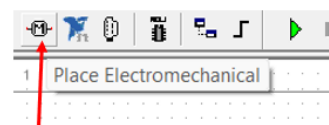
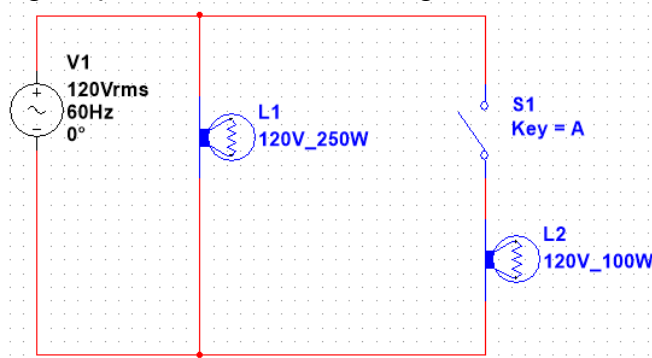


Figura 4: Obtenção dos elementos de carga

Estes itens serão acessados para a realização desta prática.

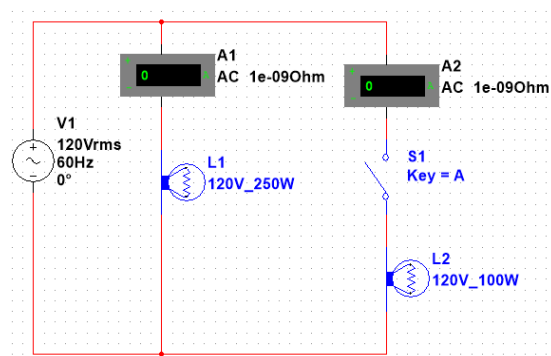
Passo 02: Vá na aba INDICATOR, item LAMP, e selecione duas lâmpadas: 120V_100W e 120V_250W. Na aba PLACE BASIC, item SWITCH, item DIPSW1 selecione apenas um, e na aba PLACE SOURCE, item POWER SOURCES, item AC_POWER obtenha uma fonte. Configure as lâmpadas e a fonte de tensão para AC, e monte o seguinte circuito:



1.1: Dê o PLAY no circuito e verifique, qual das lâmpadas acendeu? _____

No contexto da definição de corrente elétrica por que uma das lâmpadas não acendeu?

Passo 2: Dê um STOP no circuito. Selecione na aba INDICATOR, item AMMETER, item AMMETER_V, dois amperímetros e monte o seguinte circuito:



2.1: Dê o PLAY no circuito e acione a chave S1. Que medidas são obtidas em A1 e A2?

_____, _____.

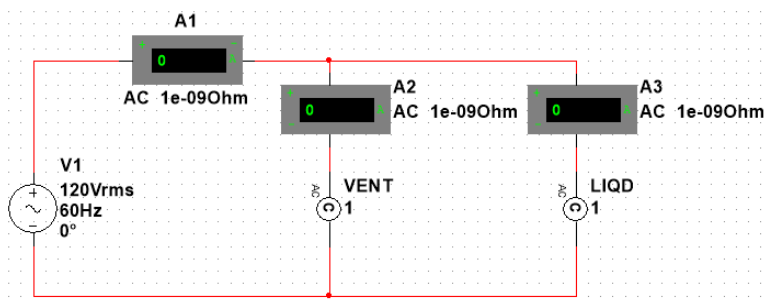
2.2: A que você justifica essa diferença de medidas de corrente elétrica que passa em cada lâmpada?

2.3: O consumo de corrente elétrica que cada lâmpada apresenta, tem relação com o consumo de corrente dos resistores presentes nos circuitos construídos anteriormente? _____.

Justifique.

2.4: Com base no item anterior, é possível afirmar que cada dispositivo elétrico apresenta uma resistência elétrica própria?

Passo 3: Vá na aba PLACE ELECTROMECHANICAL (figura 4), item COILS RELAYS, item ENERGIZING_COIL_AC e selecione dois destes dispositivos. Vá na aba INDICATOR, item AMMETER, item AMMETER_H e selecione um amperímetro horizontal. A seguir, monte o seguinte circuito:



O elemento LOAD representa qualquer dispositivo eletroeletrônico AC de uma residência. Dê dois cliques em cada um e modifique seus nomes para as siglas que estão no desenho. Também modifique suas resistências para 30 Ohms cada. Dê o PLAY no circuito.

4.1: observe os valores nos amperímetros e compare com os valores quando no lugar dos elementos de carga, havia resistores. Estes valores são iguais? _____

O que isso lhe leva a concluir?

4.2: em um circuito real, com a mesma fonte de voltagem, e dois equipamentos com as mesmas resistências que você configurou, teríamos as mesmas medidas de corrente elétrica? Justifique.

Passo 5: verifique em suas notas, o enunciado da 2ª lei de Kirchhoff. Note que há um nó entre os amperímetros A1, A2 e A3.

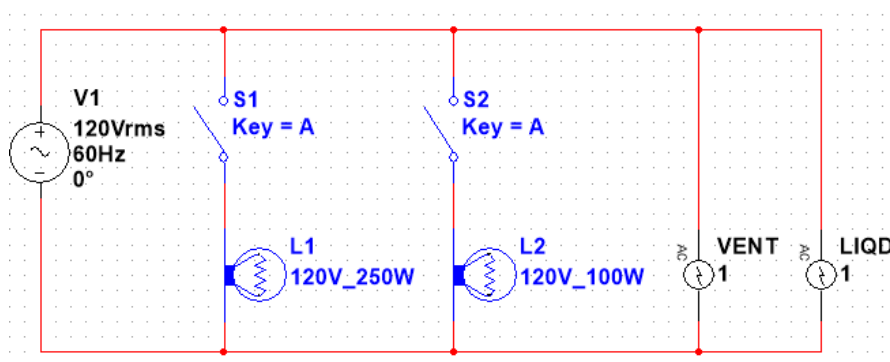
5.1: a corrente que passa em A1 pode ser entendida como uma corrente que entra no nó? _____.

5.2: as correntes A2 e A3, podem ser entendidas como correntes que saem do nó? _____.

5.3: pensando na 2ª lei de Kirchoff, podemos dizer que $A1 = A2 + A3$? _____.

5.4: se o tem 5.3 é válido, podemos dizer que A1 representa a corrente total de consumo do circuito? Justifique.

Passo 6: para finalizar, monte o seguinte circuito abaixo:



6.1: Sem adicionar um Voltímetro no circuito, responda qual a voltagem que o elemento de carga VENT está submetido? _____. Explique como chegou a essa conclusão.

6.2: Se adicionarmos mais cargas a este circuito o que ocorrerá com a corrente total?

6.3: No passo 3, temos um circuito com três amperímetros sendo que a corrente que passa no amperímetro A1, é a soma das correntes dos dois elementos de consumo do circuito.

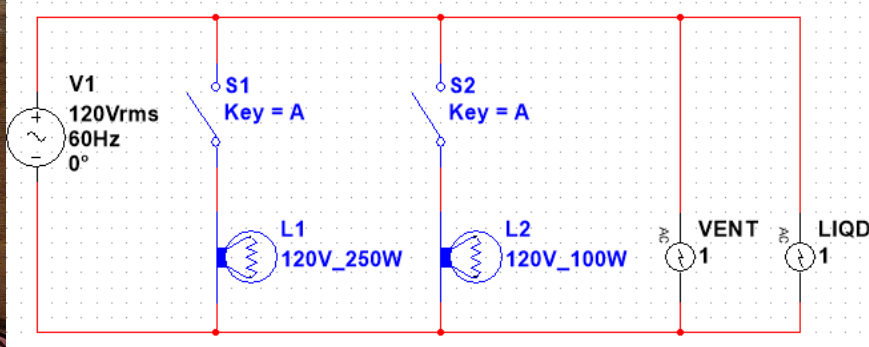
No caso do **passo 6**, a corrente total será a soma de quantas outras correntes? _____. Escreva uma equação que represente essa igualdade, assim como, no **passo 5.3**:

Obs.: para a próxima prática, salve o circuito que está no passo 6. Pode ser em PDF ou JPEG.

BANCADA DE APRENDIZAGEM 03

Objetivos: Montar o circuito elétrico que foi montado no simulador na prática 2 – passo 6, na bancada física; Avaliar as associações das interligações dos dispositivos no simulador e dos dispositivos dispostos na montagem física; Verificar, a partir da montagem e discussões realizadas pelo grupo, se os alunos chegam as mesmas conclusões a que chegaram quando estavam no simulador.

BANCADA FÍSICA: Montagem de circuito monofásico 1 fase + 1 Neutro



Dicas:

1. Identificar onde está a fase e onde está o neutro com o multímetro;
2. Perceber que todo dispositivo só possui dois pontos de conexão;
3. Definir quem receberá a fase e o outro, será ligado no neutro;
4. Para não se perder, tenha sempre o desenho do circuito em mãos;
5. Montar linha por linha paralela do circuito.

Perguntas para discussão após a conclusão da montagem:

- 1) Para obter o consumo de corrente individual, onde eu devo posicionar meu multímetro/amperímetro?
- 2) Onde devo posicionar meu amperímetro/multímetro para obter a corrente total no circuito?
- 3) a voltagem medidas sobre os terminais de uma lâmpada será a mesma da fonte? Por quê?
- 4) Uma vez que eu tenha a voltagem fornecida pela fonte e o consumo de corrente total do circuito, eu consigo estimar o valor da resistência elétrica total presente no circuito?

APÊNDICE E – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (modelo para gestão da escola)

DIVISÃO DISTRITAL ZONA NORTE – CDE 07
E.E. INSPETORA DULCINEIA VARELA MOURA - INEP 13030426
RUA DO AYMORÉ, Nº 220 – NOVO ISRAEL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Declaramos para devidos fins que estamos de acordo com a execução do projeto de pesquisa intitulado “**MODELANDO O ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS SIMPLES À LUZ DA TEORIA DE REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA DE RAYMOND DUVAL**”, sob a coordenação e a responsabilidade do pesquisador **NELSON DE OLIVEIRA REZENDE**, aluno do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Manaus-centro, matrícula 2023100010, e orientação do Prof. Dr. **JOSÉ GALÚCIO CAMPOS**.

Estou ciente que o objetivo da pesquisa é aplicar uma sequência didática de ensino-aprendizagem usando simulações computacionais de circuitos elétricos simples, fundamentada na Teoria de Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval para alunos da 1ª série do ensino médio, através do emprego de três aulas visando coletas de dados sobre as dinâmicas das aulas e a experiência dos alunos e do professor titular, com apontamentos sobre as limitações e contribuições da proposta de ensino-aprendizagem quando aplicada no contexto de sala de aula. Estando prevista para ser executada no mês de março do presente ano.

Também, foi esclarecido, pelo pesquisador os riscos e os benefícios decorrentes da pesquisa, estando devidamente esclarecidos no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e Termo de Assentimento que os participantes da pesquisa assinarão.

Também fui informada a respeito da submissão da pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEPESH, cujo objetivo é a defesa dos interesses e direitos dos participantes da pesquisa e sua integridade.

Em vista do exposto, assumimos o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa a ser realizada nessa instituição, no período após a devida aprovação no Sistema CEP/CONEP.

Manaus, 17 de outubro de 2024.

Carimbo e Assinatura da Gestora da Escola
Portaria Nº 0742 / 2024 – SEDUC/GS

APÊNDICE F – TCLE PARA RESPONSÁVEL DO ALUNO(A)

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu _____ portador (a) do CPF
nº _____ declaro que concordo em permitir a
participação do(a) aluno(a) _____ na pesquisa
intitulada “**MODELANDO O ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS SIMPLES À LUZ DA
TEORIA DE REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA DE RAYMOND DUVAL**”, sob a
responsabilidade do pesquisador NELSON DE OLIVEIRA REZENDE, sob orientação da Prof. Dr. JOSÉ
GALÚCIO CAMPOS, que visa contribuir com a aprendizagem e construção de habilidades para
desenvolver circuitos elétricos simples. Afirmando que fui informado(a) sobre o que pesquisador quer fazer e por
que precisa da minha colaboração. Sendo assim, entendi que a participação do(a) aluno(a) sob minha
responsabilidade não me acarretará em nenhum ônus financeiro, não vou receber nenhuma remuneração por
ela, sendo assegurado o anonimato e, ainda, que posso solicitar a saída do(a) aluno(a) quando quiser sem
nenhum prejuízo. Também declaro que compreendi que a participação do(a) aluno(a) é muito importante,
posto que é a partir dela que serão gerados os resultados da dissertação, bem como a elaboração de um
produto educacional. Estou ciente também que tenho direito ao acesso aos resultados e todas as demais
informações decorrentes da participação do(a) aluno(a), durante e após esta pesquisa, bem como o acesso ao
produto educacional após o término do estudo. Este documento é emitido em duas vias que são ambas
assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um.

Nelson de Oliveira Rezende
Pesquisador

Assinatura do Responsável

APÊNDICE G – PRODUTO EDUCACIONAL



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 04

PRODUTO EDUCACIONAL

MODELANDO CIRCUITOS ELÉTRICOS SIMPLES ATRAVÉS DO SOFTWARE NI
MULTISIM

AUTORES: Nelson de Oliveira Rezende e José Galúcio Campos

Manaus
2025

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

R467m Rezende, Nelson de Oliveira.

Modelando circuitos elétricos simples através do software Ni Multisim /
Nelson de Oliveira Rezende, José Galúcio Campos. – Manaus, 2025.
54 p. : il. color.

Produto educacional proveniente da dissertação - Modelando o ensino
de circuitos elétricos simples à luz da teoria de registros de representação
semiótica de Raymond Duval (Mestrado Nacional Profissional em Ensino
de Física). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Amazonas, *Campus* Manaus Centro; Universidade Federal do Amazonas,
2025.

1. Física – ensino. 2. Circuitos elétricos. 3. Simulações computacionais.
4. Semiótica. 5. Raymond Duval. I. Campos, José Galúcio. II. Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III.
Universidade Federal do Amazonas. IV. Título.

CDD 530.07

Apresentação

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: **MODELANDO O ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS SIMPLES À LUZ DA TEORIA DE REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA DE RAYMOND DUVAL**, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 04 – IFAM / UFAM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Este produto educacional é um construto baseado em uma sequência didática constituída de três aulas que objetiva a aprendizagem da construção de circuitos elétricos simples a partir de simulações computacionais desenvolvidas no ambiente do software NI Multisim. Esse processo se dá através da mobilização dos registros de representação semiótica de Raymond Duval, perpassando a formação, o tratamento e a conversão. Ele está construído sob o pressuposto principal de permitir a possibilidade de o aluno poder aprender e mobilizar um mesmo objeto de conhecimento por registros de representação diversos e, dentro de um mesmo registro. Dos autores, Nelson de Oliveira Rezende e José Galúcio Campos, este produto se destina a todos os professores e entusiastas do ensino que buscam sempre novas formas e mecanismos de apresentar um ou mais objetos de conhecimento aos alunos. Nossa intenção com esse manuscrito é poder dar suporte quanto ao processo de ensino-aprendizagem no que diz respeito à temática tratada e, também, oferecer um novo olhar, a partir de uma teoria muito difundida no ensino de matemática, para o ensino de Física que tanto depende desta área para permitir a compreensão de conceitos, definições, símbolos, gráficos etc. Esperamos que você veja este produto não como mais um acervo para citações, mas sim, como um material que inspire e suscite novas abordagens sob novos aspectos e abarcando novos objetos de conhecimento.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

“Apenas homens que são livres, criam as invenções e trabalhos intelectuais que fazem a vida valer a pena.”

(Albert Einstein)

Sumário

1. Carta aos professores de Física: O que temos nesta Sequência didática?	5
2. Introdução	6
3. Sobre os fundamentos teóricos metodológicos desta sequência didática.....	7
3.2. Semiótica	7
3.2.1. Quem é Raymond Duval	7
3.2.2. O que é semiótica	7
3.2.3. R. Duval e a Teoria de Registros de Representação Semiótica – TRRS.....	9
3.2.3.1. Atividades cognitivas fundamentais de representação ligadas à semiósis	10
3.3. Simulações computacionais.....	12
3.3.1. Introdução	12
3.3.2. O uso das simulações computacionais no ensino de Física.....	13
3.3.3. O software NI Multisim.....	15
4. Uma visão geral sobre a SD: Design Preliminar comentado com orientações para os docentes de Física.....	16
5. Quadro organizacional da sequência didática	18
6. Esquema ilustrativo da sequência didática	18
7. Detalhamento de cada plano de aula	20
7.1. Etapas	20
7.1.1. Aula um	20
7.1.2. Aula dois.....	23
7.1.3. Aula três.....	27
8. A sequência didática.....	31
8.2. Dos objetos que são tratados e discutidos na sequência didática	32
8.3. Das representações	32
8.4. Da estrutura das aulas com base na TRRS	33
8.4.1. A aula um	33
8.4.2. A aula dois	34
8.4.3. A aula três.....	36
8.5. As Unidades de aprendizagem	37
8.5.1. Cartão de atividades e recursos um	37
8.5.2 Cartão de Atividades e Recursos dois	41
8.5.3 Cartão de Atividades e Recursos três	46
9. Avaliação da SD	47
10. Perspectivas e limitações visando a melhoria da SD.....	47
11. Glossário.....	48
12. Referências	49
APÊNDICE A – Planos das aulas da sequência didática	51

1. Carta aos professores de Física: O que temos nesta Sequência didática?

Caro leitor! Me chamo Nelson Rezende, sou mestre formado pelo mestrado profissional em Ensino de Física pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com o IFAM e a UFAM no estado do Amazonas, cidade de Manaus. Primeiramente gostaria de lhe dizer um pouco da minha inspiração para a construção deste trabalho. Minhas primeiras formações foram técnicas, onde cursei mecânica geral e automotiva e logo a seguir, me formei em eletrônica. A seguir me formei em Engenharia de Computação Pela Ufam e paralelo a isso, trabalhei por quase uma década como técnico eletricitista em geração e subestação no serviço público da Eletrobrás.

Lá, pude me apaixonar por essa área tão bela que é esse mundo da elétrica. Apesar dos percalços da profissão, considero-a tão importante na minha vida, e ao mesmo tempo, acredito grandemente que ensinar isso aos alunos lhes permitirão vislumbrar o mundo magnífico que é como vejo este ramo profissional. No entanto, acredito que você encontrará dificuldades por parte dos alunos nos mais diversos níveis ao aplicar esta sequência de ensino. Mas, não deixe que sua motivação possa se esvaír. Pelo contrário, use estes momentos para compartilhar com todos as dúvidas e dificuldades que surgirem, afinal, você deve ter ciência de que não sabe tudo e, tampouco, não compreende na sua totalidade a linguagem e as formas de compreensão do aluno moderno. Deve ter em mente que cada um deles possui uma forma e um tempo para absorver uma informação e tratá-la a ponto disto se tornar conhecimento.

Além disso, como esta sequência de ensino envolve o uso de computadores para a execução dela em toda sua extensão, umas das dificuldades que irão surgir é o domínio desta ferramenta por parte deles. Não esmaça! Essas dificuldades não são apenas particularidades suas e saiba que há um mar de soluções para isso.

Esta sequência didática envolve o ensino-aprendizagem de modelagem de circuitos elétricos simples usando o software NI Multisim como interface. Para tal, ela foi estruturada cognitivamente nos pressupostos da teoria de Registros e Representações Semióticas de Raymond Duval e, envolve três aulas de 48 minutos cada. Em que, nas duas primeiras aulas os alunos são levados a construir circuitos simples em corrente alternada dentro do ambiente de simulação informado.

Na última aula, os alunos são submetidos a construir, em grupo, um circuito simples em corrente alternada de forma física em uma bancada educacional artesanal. Neste passo, os alunos são acompanhados e entrevistados concomitantemente com o intuito de averiguar suas conexões com o que foi tratado no ambiente de simulação e se eles conseguiram absorver objetos de conhecimento importantes para se conceber circuitos elétricos.

Ressaltamos que o processo de avaliação e coleta de dados ocorre em consonância com as práticas realizadas, sejam quando estiverem no laboratório de informática, seja no ambiente de montagem física dos circuitos propostos. Essas avaliações ocorrem através de diários de bordo (doravante memorandos), registros de áudio, entrevista, além, dos registros de montagem dos circuitos físicos a partir de um detalhamento descritivo do que foi observado e registrado na montagem.

2. Introdução

Com um caráter normativo, em 20 de dezembro de 2017 a Base Nacional Comum Curricular – BNCC foi promulgada. No estado do Amazonas, a implementação da BNCC no ensino médio iniciou-se no ano de 2022. Com esta implementação o ensino de objetos de conhecimentos relativos à circuitos e dispositivos elétricos, que outrora ocorria na terceira série do ensino médio, passou agora a ser implementado na primeira série desta modalidade.

Além destas e de outras mudanças curriculares, a base também trouxe um outro conjunto de propostas pedagógicas a serem implementadas pelos professores em sala de aula. Uma dessas mudanças envolve as transformações tecnológicas a que estamos testemunhando atualmente, seja no âmbito social, cultural, do trabalho e agora, devemos desenvolvê-lo na educação.

Diante deste cenário macro, isso nos levou a construir a seguinte pergunta de pesquisa: É possível haver compreensão de conceitos que permitam a construção de circuitos elétricos simples utilizando simulações computacionais como ferramenta a partir de uma sequência didática implementada?

O objetivo geral desta sequência didática é simular a construção de circuitos elétricos simples mediados pela Teoria de Representação Semiótica de Raymond Duval por meio do software NI Multisim. Em que, buscamos desenvolver conceitos físicos básicos necessários para a desenvolvimento de circuitos elétricos simples; associar o processo de construção de circuitos simples e os elementos que o envolvem com elementos presentes em nosso cotidiano; e, comparar a relação entre os modelos computacionais construídos e a montagem experimental.

Para tal, este produto educacional está dividido da seguinte maneira:

No capítulo três, você encontrará os fundamentos teóricos e metodológicos que estruturam toda a base da sequência didática. Recomendo que leia esta parte com bastante carinho. Tome notas, procure mais referências para obter uma compreensão macro acerca da TRRS. Nele, apresentamos Raymond Duval e sua teoria TRRS, discutimos acerca do que são

simulações computacionais e como elas podem ser úteis no ensino de Física, apresentamos o software NI Multisim e alternativas a ele.

No capítulo quatro, abordamos o design preliminar da sequência didática, orientações aos professores que dela buscarão fazer uso. A seguir, apresentamos um quadro organizacional e um esquema ilustrativo desta SD.

No capítulo sete, destaca-se a macro e a microestrutura da SD desenvolvida, os detalhes pertinentes, os objetivos de ensino em cada aula desenhada.

No capítulo oito, apresentamos os objetos de conhecimento mobilizados na SD por meio das representações semióticas e como desenvolvemos essa dinâmica dentro das estruturas micro e macro das aulas que compõem a sequência.

Nos capítulos nove e dez, descrevemos a forma de avaliação da sequência didática e discutimos possíveis perspectivas e limitações da SD. Encerramos esse manuscrito, apresentando um glossário contendo os principais termos discutidos ao longo deste.

3. Sobre os fundamentos teóricos metodológicos desta sequência didática

3.2. Semiótica

3.2.1. Quem é Raymond Duval

Raymond Duval é filósofo, psicólogo de formação e professor emérito da Université du Littoral Côte d'Opale em Dunquerque, França. Duval investiga a aprendizagem matemática e o papel dos registros de representação semiótica para a apreensão do conhecimento matemático. É responsável pelo desenvolvimento da Teoria dos registros de representação semiótica e importantes estudos em psicologia cognitiva desenvolvidos no Instituto de Pesquisa em Educação Matemática (IREM) de Estrasburgo, França entre os anos de 1970 à 1995.

A primeira apresentação sistematizada de sua teoria aconteceu em sua obra *Sémiosis et pensée humaine: Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*, do ano de 1995, cujo primeiro capítulo foi traduzido para língua portuguesa pela Editora Livraria da Física.

3.2.2. O que é semiótica

A nossa vida é preenchida com linguagem. William S. Burroughs disse certa vez que a linguagem é um vírus. Quando nascemos, somos infectados por esse vírus sendo tomados por ele. Toda a nossa existência seja ela cognitiva, sensorial, o nosso entendimento de vida e de mundo é preenchido pela linguagem. Não existe conhecimento ou cognição fora do mundo da

linguagem. É nela, que damos sentido ao mundo, que damos significado a ele. Que o transformamos em signos. Uma vez que essa compreensão exista, passamos a dar nomes a esses signos.

Se isso acontece, os processos vão se construindo historicamente e culturalmente a partir de uma dada forma de linguagem. É na linguagem que tudo pode ser construído.

A palavra **semiótica** tem origem antiga, remetendo-nos à Grécia. Onde, os gregos tinham uma expressão cuja pronúncia era “**semeion**” que era utilizada quando se denotava uma representação B associada a um fenômeno natural A ligados por meio de causa e efeito. Esta expressão normalmente era traduzida “por ‘signo’, que constitui a raiz etimológica, embora não conceitual, da palavra ‘semiótica’”(Deely, 2003, apud. D’amore; Pinilla; Iori, 2015, p.28).

Neste caso, os gregos foram os primeiros a fazer distinção entre um dado fenômeno natural, entendido como teoria do signo e, a teoria da linguagem. Séculos mais tarde, Agostinho denotou o termo **signum** para se referir “não apenas de eventos naturais, mas também de signos que permeiam ou que constituem nosso próprio mundo cultural, como os signos linguísticos, matemáticos, artísticos, ...” (D’amore; Pinilla; Iori, 2015).

Para Raymond Duval, a semiótica como disciplina científica foi fundada quase que ao mesmo tempo por: Charles S. Peirce, Ferdinand de Saussure e, Gottlob Frege. Peirce, buscou estruturar as representações em semióticas e não-semióticas criando uma relação entre desenvolvimento do conhecimento com o que se entendia como experiência concreta. Saussure, buscou definir que signos possuem relação de oposição ou de ligação com outros signos.

Contrário à ambos, Frege, partiu do “exemplo das linguagens simbólicas e formais, explicou como o processo semiótico é produtor de novos conhecimentos em matemática” (D’amore; Pinilla; Iori, 2015). Dada a sua abrangência seja devido aos diversos olhares e vieses pelos quais passou, seja pelas inúmeras aplicações nas diversas áreas do conhecimento humano, a semiótica tornou-se um campo científico enorme, de modo que, a melhor forma de defini-la é como “algo nascendo e em processo de crescimento. Esse algo é uma ciência, um território do saber e do conhecimento ainda não sedimentado, indagações e investigações em progresso” (Santaella, 2012).

Desde 1980, Duval buscou tornar evidente a necessidade de introduzi-la na matemática, demonstrando as armadilhas que ela pode sugerir na construção dos objetos matemáticos por parte dos aprendizes. Mas, por que se faz necessário um outro viés? Para Duval (2009) “o ensino da matemática tem levado a considerar outros pontos de vista, além daquele de caráter matemático, [...] por exemplo, daqueles que concernem aos processos de aquisição dos

conhecimentos, à motivação dos alunos, [...] perguntas sobre a própria natureza da atividade e do pensamento matemático”.

Essa necessidade de novas formas de representação advém da evidenciação das dificuldades de compreensão perceptíveis no processo de ensino-aprendizagem da matemática.

3.2.3. R. Duval e a Teoria de Registros de Representação Semiótica – TRRS

Essa teoria, intitulada Teoria dos Registros de Representação Semiótica, desenvolvida por Duval em 1995, situa que na atividade matemática, na mobilização dos seus objetos, só ocorre acessibilidade através de representações. Nessa teoria, dois termos se fazem importantes, os signos e as representações. Este último, é definido como um conjunto de signos com regras bem definidas.

Já os signos, de acordo com Duval (2009) podem ser entendidos como: “Unidades elementares de sentido que são apenas caracteres para codificar: letras, siglas, algarismos, às vezes palavras-chave, ou gestos de mão. O que equivale a considerar os signos como as ‘coisas’ pelas quais é preciso começar para dar sentido”.

As representações estão ligadas à epistemologia do objeto em questão, ou seja, tudo aquilo que se refere ao objeto desde a sua concepção. São utilizadas para que possamos comunicar algo. Elas também, estão ligadas com o funcionamento do pensamento, na perspectiva de Duval, o pensamento matemático. Isso nos deixa uma margem ampla para desenvolver a TRRS em outras áreas do conhecimento, como por exemplo, as áreas científicas como física, química e biologia. Para Duval (2009), “o funcionamento cognitivo do pensamento humano se revela inseparável da existência de uma diversidade de registros de representação semiótica”.

Para Duval, o pensamento humano se desenvolve a partir de dois processos: A *semiós*is que é a apreensão ou a produção de uma representação semiótica; e a *noés*is que diz respeito aos atos cognitivos como a apreensão conceitual de um objeto.

As representações, contribuem para o desenvolvimento de três coisas importantes para o indivíduo:

- **O desenvolvimento das representações mentais:** As representações semióticas são interiorizadas pelo indivíduo, da mesma maneira que nós conseguimos fazer a interiorização das representações mentais, ou seja, de tudo aquilo que nos é percebido.

- **A realização de diferentes funções cognitivas:** as representações semióticas cumprem uma função de objetivação, ela tem uma expressão própria. Por exemplo, um dado indivíduo absorve um tipo de representação semiótica à sua maneira, com seu jeito único de enxergar e perceber as coisas. No entanto, apreender essa representação não implica em poder se comunicar com ela logo a seguir.
- **A produção de conhecimento:** as representações permitem que se consiga analisar um objeto em diferentes tipos de registros, dando possibilidades distintas de representações para ele.

Desta forma, o **pensamento matemático**, segundo Duval, só ocorre quando estes três itens estão em consonância. Ainda, no contexto de funções cognitivas, essas representações mentais estão ligadas ao tratamento que eu preciso dar a uma determinada situação, pois, somente através das representações mentais isso não se faz possível.

Quanto aos **registros** podemos entendê-los como as formas diferentes em que se pode apresentar um dado conhecimento.

3.2.3.1. Atividades cognitivas fundamentais de representação ligadas à semiósis

Para que ocorram os registros de representações semióticas, eles devem estar associados a três atividades cognitivas: A formação, o tratamento e a conversão. A **formação** diz respeito as regras e características do objeto tratado “seja para ‘expressar’ uma representação mental, seja para ‘evocar’ um objeto real” (Duval, 2009, p.53). O tratamento, envolve as transformações destas representações do objeto em outra representação dentro de um mesmo registro, “ele é uma **transformação de representação interna a um registro**” (Duval, 2009, p.56).

Supondo que tenhamos o objeto equação. A esse objeto atribuímos um registro denominado de registro algébrico dando-lhe a devida representação semiótica. Toda manipulação que ocorrer desta equação dentro deste registro, pode ser entendida como um tratamento sendo realizado sobre essa representação.

No entanto, se essa representação for transformada em uma outra representação e, com isso, passar a ser integrada em um outro registro semiótico, a esse processo denominamos de conversão. “converter é transformar a representação de um objeto, de uma situação ou de uma informação dada num registro em uma representação desse mesmo objeto, dessa mesma situação ou da mesma informação num outro registro” (Duval, 2009, p.58).

O tratamento e a conversão são as atividades “diretamente ligadas à *propriedade fundamental das representações* semióticas: sua transformabilidade em outras representações

que conservam seja todo o conteúdo da representação inicial seja uma parte somente desse conteúdo” (Duval, 2009).

Por exemplo, se definirmos agora o nosso objeto como sendo uma função do 1º grau. Em um primeiro momento, definimos a mesma através da linguagem textual, neste caso, criamos um registro em língua materna e inserimos essa representação nele.

Ao realizarmos a transformação dessa representação em uma forma algébrica, estamos criando um outro registro, neste caso o algébrico, e inserindo-a nesta nova representação. Temos então uma conversão. Se, além disso, desenvolvermos um gráfico para essa mesma função, teremos uma nova representação e, ainda, um novo registro que será denominado de registro gráfico. Portanto, uma nova conversão foi feita.

Figura 1: Alguns exemplos de registros semióticos



Fonte: (Henriques; Almouloud, 2016)

Esses registros se associam através de uma coordenação. Ela vai servir para gerar uma interrelação entre estes registros, porém, não devendo confundir as representações entre cada registro. Uma função do 1º grau no registro algébrico é representada por um polinômio de grau um. No entanto, no registro gráfico, ela é representada por uma reta.

Figura 2: As atividades cognitivas e suas coordenações com o objeto



Fonte: (Henriques; Almouloud, 2016)

Para Duval, a condição necessária para ocorrência da aprendizagem matemática, é o trabalho com a coordenação, reconhecendo determinado objeto, em diferentes registros, por

meio de suas representações. Ou seja, para um aluno aprender matemática, ou qualquer outra área que faça uso das representações semióticas, é necessário que ele consiga compreender pelo menos dois tipos de registros diferentes de um mesmo objeto matemático.

3.3. Simulações computacionais

3.3.1. Introdução

Observamos hoje que os recursos de informática tomaram conta do cotidiano da nossa sociedade. Estamos envolvidos por um mar de informações que a todo instante nos traz algo novo, seja inovador ou não. Este “novo mundo”, fez com que houvesse a necessidade do homem de integrar tais recursos aos diversos segmentos da sociedade, tais como: o trabalho na indústria, a cultura, as interações sociais, além de outros e a escola.

Porém vamos por partes, pois toda essa abordagem surgiu a partir das chamadas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's), e que são estudadas e abordadas em larga escala nos estudos sociológicos da atualidade que envolvem as relações, entre as pessoas, através destes meios. “Em países desenvolvidos, já em 1996, Baser observava que aproximadamente 90% dos laboratórios de pesquisa em Física eram assistidos por computadores, e que os laboratórios de ensino caminhavam na mesma direção” (Silva; Silva; Macêdo, 2020).

Com o passar dos anos, diversos pesquisadores passaram a integrar o termo ensino todas as vezes em que estas tecnologias estiverem sendo abordadas no contexto escolar, e uma vez em que isso ocorre nos referimos às TICS como TICE. Neste trabalho, iremos utilizar a sigla mais encontrada nos diversos artigos que falam a respeito dessas tecnologias: TDIC's.

Devemos à priori, tornar claro que “quem está na sala de aula hoje não pode fechar os olhos para o uso da informática, que a educação se modifica e temos que nos valer daquilo que a sociedade nos fornece” (Santos; Rosa; Bulegon, 2021). E ainda, dar a importância devida para este novo universo que nos cerca e que permeia a escola.

Diante da presença da tecnologia no dia a dia das pessoas, aluno e professor têm assumido papéis diferentes daqueles antes típicos. O primeiro tem adotado uma postura ativa em que a coautoria, o autodidatismo, a proatividade e a colaboração são aspectos centrais. Já o segundo, enquanto aquele que por muito tempo foi visto como o único detentor do saber, agora atua como mediador, facilitador, incentivador e animador do educando no processo de formação.

É com essa nova postura presente no cenário atual da escola, que aluno e professor devem caminhar juntos nos mais diversos aspectos. Pois, esse processo de mudança no ambiente escolar, vai de encontro a novos saberes, novas abordagens e contextualizações, que visam não somente fazer com que sejam adotadas novas práticas, mas tornar o aluno parte integrante deste novo cenário.

Ao se ensinar física, o professor deve sempre ter alguns cuidados com os conteúdos abordados, pois este deve ter ciência de que esta disciplina simplesmente não é um emaranhado de equações matemáticas e que se resume apenas em realizar contas e encontrar um determinado resultado. Visto que, por detrás disso, tem-se a abordagem conceitual e ainda o estudo e a compreensão do fenômeno em si, e ainda a relação do fenômeno em questão com o meio em que este aluno se enxerga e está inserido.

Então podemos nos questionar sobre qual seria o papel das tecnologias no ensino de Física? Será que servem somente para ilustrar problemas que são de difícil imaginação para o aluno? Que devem apenas ilustrar um determinado fenômeno? Que apenas devem dar vida àquelas figuras que os alunos visualizam nos livros didáticos? É nesta linha de questionamentos que devemos conceber as tecnologias no ensino, de modo que elas possam vir a englobar todo esse conjunto de questões, questões estas que devem estar respondidas implicitamente quando os alunos passam a interagir com elas.

3.3.2. O uso das simulações computacionais no ensino de Física

Mergulhados neste mar de novas tecnologias, temos à nossa disposição, as chamadas simulações computacionais. Estas vieram como um recurso para dar suporte aos professores no ensino de Física, visando tornar mais clara sua explicação, permitindo um entendimento maior por parte do aluno.

Pode-se utilizar as simulações não apenas para resolver problemas, mas também como uma atividade de iniciação científica. Para isso o professor pode propor atividades nas quais os alunos identificam o problema, as variáveis significativas, e elaboram as possíveis hipóteses para sua solução.

Tornando assim, o papel do professor mais dinâmico, criando momentos de aprendizagem a partir de aulas planejadas antecipadamente, podendo utilizar as simulações como complemento em suas aulas ou até mesmo como um recurso para a compreensão de um dado conceito.

Aqui, faz todo o sentido explicitar uma dúvida que é comum a muito leitores, alunos e até mesmo professores. Dúvida esta que está atrelada aos conceitos de modelagem computacional, simulação computacional e animações. Tomando um modelo matemático como representação simplificada da realidade que nos é apresentada, ainda que de modo fragmentada, ou seja, uma fração dos elementos que participam desta realidade, podemos inferir que um modelo computacional “trata da simulação de soluções para problemas científicos, analisando os fenômenos, desenvolvendo modelos matemáticos para sua descrição, e elaborando códigos computacionais para obtenção daquela solução” (Silva; Silva; Macêdo, 2020).

Deste modo, é fácil perceber que um modelo computacional é a representação matemática do fenômeno, explicitado através do computador. Segue desta definição que,

Animação consiste em empregar técnicas matemáticas em computadores com o propósito de imitar um processo ou uma operação do mundo real. Dessa forma, para elaborar uma animação, é necessário construir um modelo computacional correspondente à situação real que se deseja simular. Uma simulação contempla uma animação, sendo mais abrangente, pois permite ao aluno não somente manipular o evento, mas conhecer e/ou modificar as relações entre as grandezas físicas presentes (Heineck; Almeida valiati; Werner da rosa, 2007).

Uma vez que, esclarecemos os termos, fica evidente sobre o porquê de utilizarmos, neste trabalho, uma abordagem através das simulações computacionais. Pois com elas, podemos não somente permitir que o aluno visualize e interaja com o fenômeno, e até mesmo por repetidas vezes, mais as simulações apresentam o diferencial de permitirem a manipulação das variáveis inerentes ao fenômeno.

Deste modo, se o aluno tem a possibilidade de realizar estas manipulações, é possível que ele possa levantar hipóteses a partir da mudança contínua destas variáveis. E isto ainda é reiterado quando (Santos; Rosa; Bulegon, 2021) afirmam que, “Por meio da simulação o aluno tem a oportunidade de desenvolver hipóteses, testá-las, analisar os resultados obtidos e melhorar a aprendizagem dos conteúdos”.

Outro ponto interessante, é que as simulações computacionais, por estarem construídas com base em um modelo computacional, representam quase que de modo fiel uma situação real. Cabe aqui dizer que, as simulações computacionais vieram para dar suporte àquilo que o aluno não consegue visualizar mentalmente, pois sabe-se, que cada aluno carrega consigo um contexto histórico e social, diferindo também no modo de aprender.

Ressaltando que, essa conceituação virá não fundamentalmente através das simulações, mas da interação com situações cotidianas e através do novo papel do professor em sala de aula: o de mediador.

3.3.3. O software NI Multisim

O NI Multisim (anteriormente MultiSIM) é um programa de captura e simulação de esquemas eletrônicos que faz parte de um conjunto de programas de projeto de circuitos, juntamente com o NI Ultiboard. Foi originalmente criado por uma empresa chamada Electronics Workbench Group, que agora é uma divisão da National Instruments.

O software NI Multisim é amplamente utilizado na academia e na indústria para a educação de circuitos, projeto esquemático eletrônico e simulação SPICE. Na época, era usado principalmente como uma ferramenta educacional para ensinar técnico em eletrônica e programas de engenharia eletrônica em faculdades e universidades. A National Instruments manteve esse legado educacional, com uma versão específica do Multisim com recursos desenvolvidos para o ensino de eletrônica.

Cabe ressaltar que para utilizar este software, é necessário adquirir uma licença de no mínimo seis meses para estudante, sendo possível usá-lo por um período de 45 dias de forma gratuita para avaliação das suas ferramentas e interface. Seu uso neste trabalho, se deu devido a experiência de um dos autores com sua interface em um curso de eletrônica e durante seu período empregado no distrito industrial de Manaus.

Sendo assim, recomendamos para possíveis entusiastas e professores que decidirem usar interfaces desta natureza em suas práticas, o simulador Circuit Lab¹ e o EasyEDA² que funcionam no próprio Browser do PC, bastando para isso, somente realizar um pequeno cadastro. Quanto ao primeiro, sua gratuidade se estende a um conjunto limitado de dispositivos, no entanto, essa gama disponível ainda é grande para usá-la de forma gratuita, pois envolve vários dispositivos analógicos, digitais, medidores de voltagem, corrente e resistência, assim como de sinais como osciloscópio, simular portas lógicas, geradores de sinais e fontes AC e DC.

Já o segundo, é totalmente gratuito e apresenta uma gama variada de elementos de circuitos, seu único contra, é que para simular é preciso seguir as orientações contidas em um guia presente na própria plataforma.

Uma terceira recomendação que podemos fazer é o software de simulação LTspice³. Para seu uso, é necessário baixar a aplicação para PC Windows ou Mac, no entanto, funciona

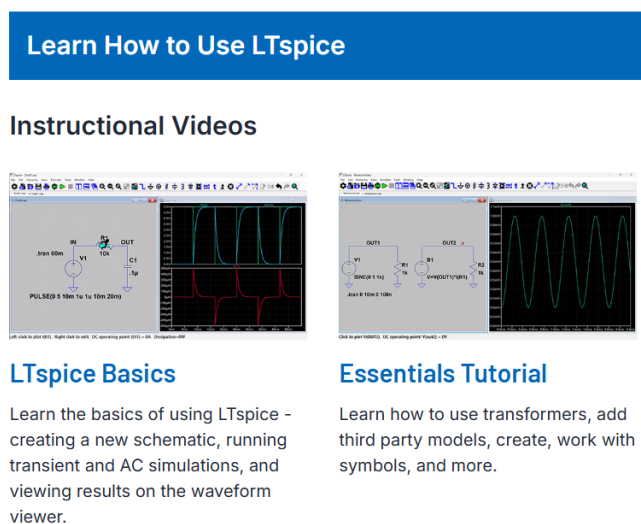
¹ Disponível em: <https://www.circuitlab.com/>

² Disponível em: <https://easyeda.com/>

³ Disponível em: <https://www.analog.com/en/resources/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>

de forma muito rápida, interativa e é gratuita todas as suas funcionalidades. Ele consegue dispor de ferramentas poderosas como análise de sinais a partir dos circuitos construídos e, projetar os sinais ao lado do circuito em que estamos construindo. E ainda, a página de internet dos desenvolvedores apresenta muitos vídeos tutoriais de uso e artigos com dicas para melhor utilizá-lo. Abaixo uma visualização do que pode ser encontrado:

Figura 3: print de tela da página do LTspice



Fonte: Extraído e adaptado do site indicado na nota de rodapé nº 02

Um contra, talvez, que podemos citar é que o software é todo em inglês e seus artigos de orientações e ajuda também. No entanto, se forem acessados diretamente na página Web, você pode usar o recurso: traduzir para o português.

4. Uma visão geral sobre a SD: Design Preliminar comentado com orientações para os docentes de Física

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública localizada na região norte da cidade de Manaus – AM, com alunos de uma turma da 1ª série do ensino médio. A faixa etária média desses alunos é de 16 anos. As aulas que compuseram a sequência didática ocorreram, as duas primeiras no laboratório de informática e, a última, no laboratório de práticas experimentais de ciências da natureza.

Os objetivos de ensino desta sequência didática foram definidos da seguinte maneira:

O objetivo geral desta sequência didática é simular a construção de circuitos elétricos simples mediados pela Teoria de Representação Semiótica de Raymond Duval por meio do software NI Multisim. Em que, buscamos desenvolver conceitos físicos básicos necessários para a desenvolvimento de circuitos elétricos simples; associar o processo de construção de

circuitos simples e os elementos que o envolvem com elementos presentes em nosso cotidiano; e, comparar a relação entre os modelos computacionais construídos e a montagem experimental.

Esta sequência é constituída de três aulas, onde todas estão alinhadas à BNCC estruturada com base nas competências gerais:

Quadro 1: competências constantes na BNCC

COMPETÊNCIAS GERAIS	
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.	
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.	

Fonte: Autoria própria

Visto que, na competência geral 2 (CG2) se objetiva investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções. E, Na CG5 objetiva comunicar-se, acessar e produzir informações e conhecimento, resolver problemas e exercer protagonismo de autoria. Ambos estão em consonância com a proposta desta SD, pois ela envolve um processo de investigação, análise e construção por parte dos alunos de modo a exigir que eles sejam protagonistas no processo.

No que tange as competências específicas:

Quadro 2: das competências específicas

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

Estes problemas e análises serão feitos à luz das TDIC's, neste caso, através de modelagens de circuitos usando o software NI Multisim. A atividade de construção de circuitos elétricos simples em paralelo permite compreender como essas construções podem ser realizadas, como os instrumentos de medição devem ser colocados ante os circuitos para que se possa obter medições diretas de grandezas físicas relativas à eletrodinâmica. Além disso, a não interação inicial com circuitos físicos, ou seja, a interação através de modelagens permite

com que o aluno tenha seus primeiros contatos sem que haja riscos de choque elétrico ou de danos a instrumentos e dispositivos elétricos.

5. Quadro organizacional da sequência didática

Quadro 3: Alinhamento curricular BNCC e PCP⁴ do estado do Amazonas

Nº Aula / Duração	Unidade temática / Título da aula	Objetos de conhecimento	Objetivos da aprendizagem	Habilidades específicas (PCP - AM NEM, 2021)
n. 01 (48 min.)	TERRA E UNIVERSO Modelagem de elementos básicos dos circuitos elétricos	Circuitos e dispositivos elétricos: fonte de tensão alternada (CA); Resistor CA; Circuito elétrico em paralelo; interruptor simples.	❑ Analisar o comportamento de uma fonte de voltagem; avaliar a resposta de um resistor quando submetido a uma voltagem alternada; ❑ Construir um circuito paralelo simples sem interruptor e com interruptor simples; ❑ Medir quantidades relativas as voltagens da fonte e sobre o resistor; ❑ Verificar o devido posicionamento de voltmetros e amperímetros em um circuito.	(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.
n. 02 (48 min.)	TERRA E UNIVERSO Modelagem de circuitos elétricos em paralelo	Circuitos e dispositivos elétricos: Lâmpadas; elementos de carga; 2ª lei de Kirchoff	❑ Compreender o acionamento de lâmpadas de forma direta e com interrupção; ❑ Avaliar elementos de carga em um circuito e compará-los com o comportamento apresentado por resistores; ❑ Verificar a validade da 2ª lei de Kirchoff.	(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.
n. 03 (48 min.)	TERRA E UNIVERSO Construção de circuitos em CA	Circuitos e dispositivos elétricos: fonte de tensão alternada (CA); carga CA; Circuito elétrico em paralelo; lâmpada; chave interruptor.	❑ Montar o circuito elétrico que foi montado no simulador na prática 2 – passo 6, na bancada física; ❑ Avaliar as associações das interligações dos dispositivos no simulador e dos dispositivos dispostos na montagem física; ❑ Verificar, a partir da montagem e discussões realizadas pelo grupo, se os alunos chegam as mesmas conclusões a que chegaram quando estavam no simulador.	(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.

6. Esquema ilustrativo da sequência didática

Este esquema ilustrativo abaixo representa a estrutura geral das três aulas que compõem a sequência didática. Há um tópico inicial nela denominado de DISCUSSÕES INICIAIS. Nele, acreditamos que seja um momento importante antes da aplicação desta SD. Desde que, atenda aos itens descritos nele. Nesta etapa, deve-se mostrar como funciona o software NI Multisim para os alunos, principais recursos, ferramentas etc.

Ainda, neste momento deve ser indicado aos alunos quanto ao comportamento nas estações de computadores no laboratório de informática, para que possam se organizar de maneira mais rápida no primeiro dia de aplicação da sequência. Por fim, o professor deve dar orientações gerais.

Na aula 01, os alunos devem chegar, receber orientações para organizar seus materiais e se direcionar aos computadores para efetuar suas práticas. O professor deve distribuir as

⁴ Proposta curricular pedagógica

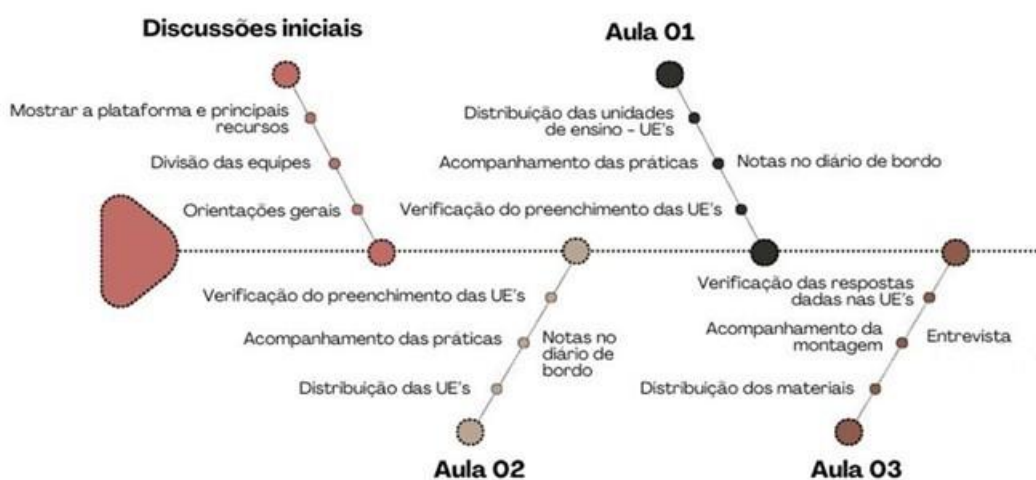
Unidades de Aprendizagem referentes a cada aula para todos os grupos presentes. Após isso, será informado o tempo para que possam trabalhar nas suas atividades e neste intervalo, o professor deve acompanhá-los no intuito de tirar dúvidas, responder a possíveis perguntas e, tomar notas no diário de campo (memorandos). Após ter encerrado o tempo de construção dos modelos propostos nas unidades de aprendizagem (UA's), o professor deve anunciar um segundo intervalo para que os alunos possam verificar devidamente o preenchimento das UA's.

Este mesmo processo deve ser tomado quando a aula dois for realizada. Ao fim da aula dois, os alunos devem ser informados que a aula seguinte da prática de número três ocorrerá no laboratório de ciências.

Na aula três, os alunos irão construir de modo físico o circuito que foi modelado na aula anterior (vide Unidade de aprendizagem nº 02) no software. Desta forma, eles irão ser organizar nas bancadas do laboratório e lhes serão entregues as Unidades de Aprendizagem de nº 03 contendo todas as orientações necessárias. Lhes será dado um tempo para a montagem física dos circuitos e neste processo o professor irá acompanhar equipe por equipe (neste caso, as equipes foram de 4 participantes) de modo a realizar uma entrevista com cada uma delas in loco.

Ao passo que eles concluem esta etapa, devem revisar o preenchimento de suas atividades que se encontram presentes na Unidade de Aprendizagem e discutirem entre si sobre o que foi respondido.

Figura 4: Diagrama síntese da SD



Fonte: Autoria própria

7. Detalhamento de cada plano de aula

7.1. Etapas

7.1.1. Aula um

Quadro 4: Dos objetos de conhecimento

Unidade de Aprendizagem 01	Aula 01
	<i>Título da aula: Modelagem de elementos básicos dos circuitos elétricos</i>
Tópico de Física	Eletrodinâmica
Objetos a serem tratados: Circuitos e dispositivos elétricos: fonte de tensão alternada (CA); Resistor CA; Circuito elétrico em paralelo; interruptor simples.	<i>Elaborado por: Nelson Rezende</i>
	nelsonoliveiraslv@gmail.com

Fonte: Cartilha de sequência de ensino aprendizagem (SEA) (Braga, 2024)

Quadro 5: Alinhamento curricular

Estágio 1. Alinhamento curricular [BNCC], Objetivos e Compreensões
Alinhamento curricular:
Competências gerais, de acordo com a BNCC
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
Competências específicas de área, de acordo com a BNCC
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).
Habilidades a serem contempladas nesta aula, de acordo com a BNCC
Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Quadro 6: Objetivos e compreensões da aula um

Objetivos e Compreensões
Objetivo geral da sequência de ensino e aprendizagem
<i>Construir circuitos elétricos simples usando o software NI MULTISIM.</i>
Objetivos de aprendizagem desta aula
<i>Ao final desta aula, os alunos de ensino médio serão capazes de...</i>
<i>Analisar o comportamento de uma fonte de voltagem; avaliar a resposta de um resistor quando submetido a uma voltagem alternada;</i>
<i>Construir um circuito paralelo simples sem interruptor e com interruptor simples;</i>
<i>Medir quantidades relativas as voltagens da fonte e sobre o resistor;</i>
<i>Verificar o devido posicionamento de voltímetros e amperímetros em um circuito.</i>
Compreensões (ideias centrais que serão trabalhadas nesta aula)
<i>Queremos que os alunos no ensino médio compreendam que...</i>
<i>As características principais dos circuitos elétricos com arranjo em paralelo;</i>
<i>Possam verificar a simbologia de circuitos e poder associá-las àqueles presentes em nosso cotidiano;</i>
<i>Reprodução de circuitos elétricos físicos através de softwares de modelagem.</i>
Perguntas essenciais
<i>Ao ativar o simulador, o que é possível observar a partir das medidas que os amperímetros estão marcando?</i>
<i>Quais as principais diferenças entre a medição através de um voltímetro e a de um amperímetro?</i>

Quadro 7: Verificações de aprendizagem

Estágio 2. Verificações de aprendizagem

Em quais entregas formais da aula será observada a consecução dos objetivos de aprendizagem desta aula?

Relatório/Atividade final da aula:

As verificações de aprendizagem dar-se-ão através do devido preenchimento de perguntas em sequência às construções pedidas e orientadas no documento fornecido denominado: Unidade de Aprendizagem.

Outras possíveis evidências de aprendizagem durante a aula (indique quais objetivos contemplam)

Haverá registros através de áudio para que não se perca nenhum detalhe dos argumentos, hipóteses ou relatos que venham a surgir no decorrer da prática;

Outro instrumento a ser utilizado será o Memorando a ser preenchido pelo professor no decorrer da prática objetivando tecer os relatos de observações dos alunos e questões pertinentes que vierem a surgir;

Quadro 8: Estrutura temporal das atividades da SD

Estágio 3. Ficha de planejamento das aprendizagens com ênfase na gestão do tempo			
Leituras prévias para esta aula:			
Cronograma da aula para 48 min.			
8'	Orientações e organização dos grupos nas estações de trabalho;		
20'	Atividade 01		
10'	Prática / Compartilhamento / Esclarecimento / Discussões		
10'	Finalizando/integrando/resumo/síntese		
	O que os alunos irão fazer?		Avaliação processual
[≅ 50']	De que forma as aulas irão engajar os alunos?	O que fazer para apoiar a aprendizagem dos alunos ao longo da aula?	De que formas irei monitorar os avanços durante as situações de ensino e aprendizagem? Quais serão as incompreensões e dificuldades mais prováveis? Como será dado as devolutivas?
0' ~ 8'		Boas-vindas/ Devolutivas da Aula anterior	Esta organização será acompanhada de estação em estação para evitem se dispersar e perder tempo;
	Posicionam-se em seus lugares nas mesas.	Orientações gerais	
	Acompanham a apresentação e as devolutivas.		

8' ~ 13'			
	<i>Realizam os passos descritos e solicitados na unidade de aprendizagem;</i>	<i>Introdução à aula</i>	
13'/28'		Atividade 1:	
			Durante o acompanhamento, verificar se os alunos:
		<i>Construção dos modelos informados na Unidade de Aprendizagem</i>	<i>Conseguem conduzir os trabalhos dentro dos acordos estabelecidos;</i>
			<i>Refletem sobre as informações presentes na unidade de aprendizagem;</i>
			<i>Trabalham coletivamente e valorizam as contribuições de todos do grupo.</i>
			Possíveis incompreensões:
			<i>É possível que, devido a um primeiro contato prático com o simulador, os alunos procurem constantemente um suporte do professor para que a prática possa ser executada.</i>

7.1.2. Aula dois

Quadro 9: Dos objetos de conhecimento

Unidade de Aprendizagem 02	Aula 02
Tópico de Física	<i>Título da aula: Modelagem de circuitos elétricos em paralelo</i>
	Eletrodinâmica
Objetos a serem tratados: Circuitos e dispositivos elétricos; Lâmpadas; elementos de carga; 2ª lei de Kirchoff.	<i>Elaborado por: Nelson Rezende</i>
	nelsonoliveiraslv@gmail.com

Quadro 10: Alinhamento curricular

Estágio 1. Alinhamento curricular [BNCC], Objetivos e Compreensões
Alinhamento curricular:
Competências gerais, de acordo com a BNCC
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
Competências específicas de área, de acordo com a BNCC
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).
Habilidades a serem contempladas nesta aula, de acordo com a BNCC
Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Quadro 11: Objetivos e compreensões da aula dois

Objetivos e Compreensões
Objetivo geral da sequência de ensino e aprendizagem
Construir circuitos elétricos simples usando o software NI MULTISIM.
Objetivos de aprendizagem desta aula
<i>Ao final desta aula, os alunos de ensino médio serão capazes de...</i>
Compreender o acionamento de lâmpadas de forma direta e com interrupção;
Avaliar elementos de carga em um circuito e compará-los com o comportamento apresentado por resistores;
Verificar a validade da 2ª lei de Kirchoff.

Compreensões (ideias centrais que serão trabalhadas nesta aula)
<i>Queremos que os alunos no ensino médio compreendam que...</i>
<i>As características principais dos circuitos elétricos com arranjo em paralelo;</i>
<i>Possam verificar a arquitetura de um circuitos de acionamento de uma lâmpada simples com e sem interrupção</i>
<i>Percebam que a 2ª lei de Kirchoff lhes dará subsídios para compreender o limite de cargas que uma</i>
Perguntas essenciais
<i>Ao ativar o simulador, o que é possível observar a partir das medidas que os amperímetros estão marcando?</i>
<i>Quais as principais semelhanças entre os resistores associados em CA e os elementos de carga que representam equipamentos em um circuito?</i>

Quadro 12: Verificações de aprendizagem da aula dois

Estágio 2. Verificações de aprendizagem <i>Em quais entregas formais da aula será observada a consecução dos objetivos de aprendizagem desta aula?</i>
Relatório/Atividade final da aula: <i>As verificações de aprendizagem dar-se-ão através do devido preenchimento de perguntas em sequência às construções pedidas e orientadas no documento fornecido denominado: Unidade de Aprendizagem 2.</i>
Outras possíveis evidências de aprendizagem durante a aula (indique quais objetivos contemplam) <i>Outro instrumento a ser utilizado será o Memorando a ser preenchido pelo professor no decorrer da prática objetivando tecer os relatos de observações dos alunos e questões pertinentes que vierem a surgir;</i>

Quadro 13: Estrutura temporal das atividades da aula dois

Estágio 3. Ficha de planejamento das aprendizagens com ênfase na gestão do tempo	
Leituras prévias para esta aula:	
Cronograma da aula para 48 min.	
8'	<i>Orientações e organização dos alunos nas estações;</i>
20'	<i>Atividade 02</i>
10'	<i>Prática / Compartilhamento / Esclarecimento / Discussões</i>
10'	<i>Finalizando/integrando/resumo/síntese</i>

8' ~ 13'	Realizam os passos descritos e solicitados na unidade de aprendizagem;	Introdução à aula	
13' / 28'		Atividade 1:	
			Durante o acompanhamento, verificar se os alunos:
		Construção dos modelos informados na Unidade de Aprendizagem 2	Conseguem conduzir os trabalhos dentro dos acordos estabelecidos;
			Refletem sobre as informações presentes na unidade de aprendizagem;
			Possíveis incompreensões:
			É possível que, devido a robustez dos elementos tratados e devido a um conjunto maior de objeto que foram inseridos, seja necessário um acompanhamento mais de perto das estações
28' ~ 38'		Compartilhamento/Esclarecimento/Discussões da atividade 1	Durante o compartilhamento verificar se:
			O produto foi construído com base nos recursos disponibilizados
	Respondem dúvidas entre si conforme interagem com o que se pede na Unidade de aprendizagem;	Organizam o compartilhamento dos produtos, avisando que os professores devem procurar se restringir ao produto em si, evitando comentários ou perguntas sobre habilidades mobilizadas durante sua elaboração.	Os alunos respondem às questões levantadas
		Tomam notas sobre os pontos e dúvidas destacados durante a montagem;	Devolutivas
38' ~ 48'		Finalizando/integrando/resumo/síntese	Durante o acompanhamento, verificar se as participantes:
	Trabalham coletivamente na elaboração do produto, valorizando a contribuição de todas do grupo.	Finalizar a atividade, discutindo acerca dos itens que foram completados durante a construção da prática	
	Interpretam o que deverão fazer a partir da leitura dos Itens tratados na Unidade de Aprendizagem	Pedem suporte do professor quanto a algum tópico	Conseguem conduzir os trabalhos dentro dos acordos estabelecidos;
			Refletem sobre as informações contidas nas UA's para a elaboração do produto;

7.1.3. Aula três

Quadro 14: Dos objetos de conhecimento

Unidade de Aprendizagem 03	Aula 03
Tópico de Física	Eletrodinâmica
Objetos a serem tratados:	Elaborado por: Nelson Rezende
Circuitos e dispositivos elétricos: fonte de tensão alternada (CA); carga CA;	nelsonoliveiraslv@gmail.com
Circuito elétrico em paralelo; lâmpada; chave interruptor.	

Quadro 15: Alinhamento curricular, objetivos e compreensões

Estágio 1. Alinhamento curricular [BNCC], Objetivos e Compreensões
Alinhamento curricular:
Competências gerais, de acordo com a BNCC
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
Competências específicas de área, de acordo com a BNCC
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).
Habilidades a serem contempladas nesta aula, de acordo com a BNCC
Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Objetivos e Compreensões
Objetivo geral da sequência de ensino e aprendizagem
<i>Construir circuitos elétricos simples usando o software NI MULTISIM.</i>
Objetivos de aprendizagem desta aula
<i>Ao final desta aula, os alunos de ensino médio serão capazes de...</i>
<i>Montar o circuito elétrico que foi montado no simulador na prática 2 – passo 6, na bancada física;</i>
<i>Avaliar as associações das interligações dos dispositivos no simulador e dos dispositivos dispostos na montagem física;</i>
<i>Verificar, a partir da montagem e discussões realizadas pelo grupo, se os alunos chegam as mesmas conclusões a que chegaram quando estavam no simulador.</i>
Compreensões (ideias centrais que serão trabalhadas nesta aula)
<i>Queremos que os alunos no ensino médio compreendam que...</i>
<i>A associação que os alunos devem realizar intuitivamente entre os circuitos construídos no modelo e sua montagem física;</i>
<i>Possam compreender que os elementos de carga em um circuito CA físico pode se manifestar de diversas maneiras, seja ao inserirmos o mesmo em uma tomada, seja através do consumo de corrente devido a uma lâmpada;</i>
<i>Consigam discutir entre si e sintetizar as ideias verificando e associando devidamente suas montagens com o circuito informado.</i>
Perguntas essenciais
<i>Um resistor elétrico e um elemento de carga possuem o mesmo comportamento em um circuito CA a respeito da corrente elétrica de consumo de ambos?</i>
<i>Que tipo de elementos de carga podemos ter em um circuito físico que possa ser alimentado através de uma tomada simples?</i>

Quadro 16: Verificações de aprendizagem

Estágio 2. Verificações de aprendizagem	
<i>Em quais entregas formais da aula será observada a consecução dos objetivos de aprendizagem desta aula?</i>	
Relatório/Atividade final da aula:	
<i>As verificações de aprendizagem dar-se-ão através do devido preenchimento de perguntas em sequência às construções pedidas e orientadas no documento fornecido denominado: Unidade de Aprendizagem 3.</i>	
Outras possíveis evidências de aprendizagem durante a aula (indique quais objetivos contemplam)	
<i>Haverá registros através de áudio para que não se perca nenhum detalhe dos argumentos, hipóteses ou relatos que venham a surgir no decorrer da prática; neste processo de acompanhamento o professor é incumbido de realizar uma entrevista de grupo focal em cada equipe presente; esta entrevista será guiada através de um teste estruturado;</i>	
<i>Outro instrumento a ser utilizado será o Memorando a ser preenchido pelo professor no decorrer da prática objetivando tecer os relatos de observações dos alunos e questões pertinentes que vierem a surgir;</i>	

Quadro 17: Estrutura temporal das atividades da aula três

Estágio 3. Ficha de planejamento das aprendizagens com ênfase na gestão do tempo	
Leituras prévias para esta aula:	
Cronograma da aula para 48 min.	
8'	Orientações e organização dos grupos nas estações de trabalho;
22'	Atividade 03
18'	entrevista de grupo focal nas bancadas das equipes

 [≅ 50']	O que os alunos irão fazer?	O que fazer para apoiar a aprendizagem dos alunos ao longo da aula?	Avaliação processual
	De que forma as aulas irão engajar os alunos?		De que formas irei monitorar os avanços durante as situações de ensino e aprendizagem? Quais serão as incompreensões e dificuldades mais prováveis? Como será dado as devolutivas?
0' ~ 8'		Boas-vindas/ Devolutivas da Aula anterior	Esta organização será acompanhada de estação em estação de trabalho para evitem se dispersar e perder tempo;
	Posicionam-se em seus lugares nas bancadas do laboratório	Orientações gerais	
	Acompanham a apresentação e as devolutivas.		
8' ~ 12'		Introdução à aula	Neste passo, deve-se verificar como eles dividem-se entre si as atribuições de cada membro. Devendo um ficar responsável por ler o roteiro, outro por montar conforme as instruções dos demais. Um terceiro membro fica responsável por ler as perguntas informadas e ir avaliando possíveis respostas
	Dividem as atribuições		
	Realizam os passos descritos e solicitados na unidade de Aprendizagem;		
12'/30'		Atividade 1:	Durante o acompanhamento, verificar se os alunos:
		Construção do circuito físico como informado na unidade de aprendizagem 3 a partir de um modelo construído na prática 2	Conseguem conduzir os trabalhos dentro dos acordos estabelecidos;
			Refletem sobre as informações presentes na unidade de aprendizagem;
			Trabalham coletivamente e valorizam as contribuições de todos do grupo.
			Possíveis incompreensões:
			É possível que, devido ao pouco contanto com as ferramentas, tais como: chaves de fenda, alicates, chaves phillips, eles possam levar um tempo a mais para se habituar com o manuseio

08' ~ 30'		Compartilhamento/Esclarecimento/Discussões da atividade 1	
			<i>O produto foi construído com base nos recursos disponibilizados</i>
	<i>Respondem dúvidas entre si conforme interagem com o que se pede na Unidade de aprendizagem;</i>	<i>Organizam o compartilhamento dos produtos</i>	<i>O grupo compartilha o conteúdo de forma clara e responde às questões levantadas</i>
		<i>Tomam notas sobre os pontos e dúvidas destacados durante a montagem;</i>	Devolutivas
30' ~ 48'		Finalizando/integrando/resumo/síntese	Durante o acompanhamento, verificar se as participantes:
	<i>Trabalham coletivamente na elaboração do produto, valorizando a contribuição de todas do grupo.</i>	<i>Finalizar a atividade, discutindo acerca dos itens que foram completados durante a construção da prática</i>	<i>Trabalham coletivamente e valorizam as contribuições de todas do grupo.</i>
	<i>Interpretam o que deverão fazer a partir da leitura dos Itens tratados na Unidade de Aprendizagem</i>	<i>Verificação e registro de como eles percebem e respondem aos elementos presentes no teste estruturado durante a entrevista</i>	<i>Conseguem conduzir os trabalhos dentro dos acordos estabelecidos;</i>
	<i>Preenchem o formulário de presença</i>		
Materiais necessários para a aula			
<i>Papel A4 contendo a descrição da Unidade de Aprendizagem (um dos instrumentos de coleta de dados);</i>			
<i>Diário de campo (memorando)</i>			
<i>Gravador de áudio;</i>			

8. A sequência didática

8.1. Pré-requisitos

Para que este material tenha a devida relevância, são necessários que alguns pré-requisitos sejam estabelecidos no que diz respeito aos tópicos e conceitos tratados pelo professor em sala de aula, de forma expositiva (como foi realizada no caso da aplicação desta SD), ou algum outro meio que seja comum ao docente que pretenda implementar esta sequência posteriormente.

Isto se faz necessário, pois, a ênfase desta proposta é trazer um caminho para a construção de circuitos elétricos simples através das simulações computacionais e, portanto, envolvem fontes de corrente alternada, dispositivos eletroeletrônicos comuns nas residências, ligação de lâmpadas e desenvolvimento de circuitos do tipo paralelo.

Desta forma, o professor que buscar desenvolvê-la, já deve discutir sobre os seguintes objetos de conhecimento: Diferença de potencial (d.d.p.); Corrente elétrica e geradores elétricos; Resistência elétrica, lei de Ohm, resistores e seus arranjos em paralelo.

8.2. Dos objetos que são tratados e discutidos na sequência didática

Para que tenhamos êxito na construção e desenvolvimento de circuitos elétricos prediais simples, devemos definir alguns objetos a serem tratados, pois, “é essencial saber distinguir o objeto de sua representação para que haja a compreensão da matemática” (Ribeiro Junior; Vieira; Costa, 2021). É a partir deles que poderemos enfatizar o tratamento a ser realizado de modo a atender aos preceitos da Teoria de Registros de Representação Semiótica (TRRS) de R. Duval e utilizá-los no contexto da física.

Na construção de circuitos prediais simples e, conforme nossa proposta, faremos uso dos seguintes objetos, visando utilizá-los na construção de toda essa sequência didática. Estes objetos são: Fonte de tensão alternada (fonte CA); lâmpada simples; Interruptor simples; resistor CA; elemento de carga CA; circuito elétrico do tipo paralelo; 2ª lei de Kirchhoff (lei dos nós).

8.3. Das representações

De acordo com Duval e Moretti (2012, p.4) “Há uma palavra às vezes importante e marginal em matemática, é a palavra ‘representação’. Ela é, na maioria das vezes, empregada sob a forma verbal ‘representar’. Uma escrita, uma notação, um símbolo representam um objeto matemático: um número, uma função, um vetor...”.

Desta forma, podemos inferir que o conceito de representação utilizado por Duval carrega um signo que pertence a um objeto em estudo, no caso dele, este objeto é matemático. De fato, tanto na matemática como na física, temos um conjunto de objetos que não apresentam uma percepção imediata, daí surge a necessidade de realizarmos representações semióticas diversas.

Essas representações desempenham um grande papel no contexto da matemática, onde a dualidade conceito-representação podem compreender um círculo que envolve a aprendizagem, pois “a apreensão dos objetos matemáticos não pode ser mais do que uma apreensão conceitual e, de outro, é somente por meio de representações semióticas que a atividade sobre objetos matemáticos se torna possível” (Duval; Moretti, 2012).

Esta proposta envolve um total de três aulas, em que, nelas há um conjunto de representações semióticas e, é a partir delas que os objetos acima informados poderão ser

devidamente representados. Segundo Kiefer et al. (2020), “São exemplos de representações semióticas as representações em língua natural, representações numéricas, representações algébricas, representações simbólicas, representações tabulares, representações figurais e representações gráficas”.

Sendo assim, para que estas representações possam ser validadas, são necessárias a realização do que Duval chama de três atividades cognitivas fundamentais: **a formação de uma representação identificável; o tratamento; a conversão.**

8.4. Da estrutura das aulas com base na TRRS

8.4.1. A aula um

Previamente à esta prática de laboratório, o professor deverá dispor aos alunos um texto contendo as definições físicas e/ou técnicas dos seguintes objetos: Fonte de tensão alternada (fonte CA); resistor; circuito elétrico do tipo paralelo; interruptor simples. Pois, é a partir destes objetos que as simulações da primeira UA serão construídas.

Cabe ressaltar, que neste ponto, os objetos de aprendizagem serão definidos da seguinte maneira:

- **Fonte de tensão/voltagem alternada:** “É um elemento ativo que fornece uma tensão especificada que é completamente independente de outros elementos do circuito” (Alexander; Sadiku, 2013).
- **Resistor:** “Um resistor é um elemento passivo no qual a tensão v nele é diretamente proporcional à corrente i que passa por ele”(Alexander; Sadiku, 2013).
- **Circuito elétrico do tipo paralelo:** É simplesmente uma interconexão de elementos em que “Dois ou mais elementos estão em paralelo se eles estiverem conectados aos mesmos dois nós e, conseqüentemente, tiverem a mesma tensão entre eles” (Alexander; Sadiku, 2013).
- **Interruptor simples:** Este é o tipo mais básico, permitindo ligar ou desligar um circuito. É frequentemente utilizado para controlar uma única fonte de luz ou dispositivo.

Essas definições difundidas previamente, visam atender a primeira atividade cognitiva fundamental dita como necessária para Duval: A formação de uma representação identificável. Neste caso, esta representação contempla o registro semiótico: **Registro em língua materna.**

Uma vez que os grupos vão interagindo com as ferramentas do simulador e cumprindo cada etapa do roteiro, essas representações sofrerão um processo denominado **conversão** em

que, “A conversão de uma representação é a transformação desta representação em uma representação de outro registro” (Henriques; Almouloud, 2016). Neste caso, o registro será o **registro simbólico**, visto que, eles se materializam em símbolos definidos dentro do âmbito da padronização dos desenhos elétricos.

No passo 6 do roteiro 1 (em anexo), inserimos umas perguntas aos grupos visando realizar a mudança de representação, ou seja, uma conversão semiótica, em que, os alunos são levados a representar os voltímetros em uma equação algébrica simples. Que Duval e Moretti (2012) denominam de **registro algébrico**. E, logo a seguir, exibir quantidades para a equação informada. Desta forma, podemos categorizar o **registro numérico**.

8.4.2. A aula dois

A aula de nº 02 também ocorrerá no laboratório de informática. Previamente, podendo ser após o fim da aula I, o professor deverá dispor aos alunos um texto contendo os seguintes conceitos:

- **Lâmpada simples:** É um elemento passivo, ou seja, não é capaz de gerar energia. Ao ser atravessado por uma corrente elétrica, converte a energia que recebe das cargas em luz visível.
- **Elemento de carga CA:** É um elemento passivo em um circuito em CA que representa um dispositivo elétrico qualquer.
- **2ª lei de Kirchoff:** “A soma das correntes que entram em um nó é igual a soma das correntes que saem do nó” (Alexander; Sadiku, 2013).

Para que a dinâmica das práticas não fosse afetada, utilizamos um fórum desenvolvido no google sala de aula para que os alunos pudessem interagir entre si e com o professor, tirar dúvidas e obter exemplos. Esses recursos prévios darão subsídios para as práticas de laboratório nº 02.

Assim como na prática 01, pretende-se com isso sair da representação *em língua materna (registro em língua materna)* a respeito destes conceitos tratados, e ir para uma representação elétrica simbólica (*registro simbólico*), transição essa que Duval denomina de *conversão semiótica*.

No passo 03 (três) do roteiro nº 02, fazemos a inserção de dois dispositivos denominados: **elementos de carga AC**. Onde argumentamos que estes símbolos representam qualquer equipamento de uma residência e que funciona em voltagem alternada. Esta

argumentação visa pegar um objeto (qualquer dispositivo CA) e dá-lo uma representação identificável, que neste caso, visamos torná-lo um **registro simbólico**.

Disposto desse registro, podemos manipulá-lo nas simulações de tal modo a exibir seus comportamentos em um circuito elétrico e associá-los ao objeto real, uma vez que, “neste sentido, o uso de animações e simuladores vem a contribuir com uma representação visual dinâmica destes sistemas, facilitando o entendimento dos mesmos” (Correia Domingues; Alves Pereira de Carvalho; Strieder Philippsen, 2021).

No passo 4.1 da UA, buscamos levar os alunos a comparar o comportamento de resistores com o comportamento apresentado pelos elementos de carga CA. Uma vez que temos esses comportamentos associados, também levamos os alunos a associar o símbolo de resistor ao símbolo do elemento de carga CA.

A essa conversão de representações dentro de um mesmo registro, neste caso registro simbólico, Duval chama de **tratamento**. Que consiste em “uma transformação que se efetua no interior de um mesmo registro, aquele onde as regras de funcionamento são utilizadas; um tratamento mobiliza então apenas um registro de representação” (Duval, 2009).

Esta associação é necessária neste contexto, pois, é comum usar resistores em circuitos de voltagem contínua. No entanto, nas abordagens que envolvem construções AC na prática, é padrão nos referirmos aos dispositivos elétricos em geral, como elementos de carga.

No passo 5 (cinco) trazemos à tona a discussão do conceito atrelado à 2ª lei de Kirchoff. Na qual pedimos para que os grupos releiam o conceito referente a ela, isso irá permitir que desenvolvamos uma representação identificável, neste caso, inserindo o conceito da lei no registro semiótico: *língua materna*. Feito isso, associamos a palavra nó, a um ponto no circuito onde temos a divisão de correntes elétricas, em que elas entram e saem do nó. Facilitamos esta visualização de correntes a partir dos amperímetros colocados no circuito. Essa transição, é entendida como *conversão semiótica*.

A seguir, realizamos uma outra conversão do mesmo objeto, neste caso, para um *registro algébrico*, onde uma equação é proposta para representar essa divisão que a corrente elétrica faz conforme haja duas ou mais cargas no circuito paralelo. Assim, levamos os alunos a associarem que a soma das correntes que entram no nó é igual a soma das que saem dele.

Julgamos necessário realizar essas duas conversões, a respeito da 2ª lei de Kirchoff, pois é um conceito difícil de se entender na prática. No entanto, ele se faz tão essencial na construção de circuitos, visto que, com a compreensão dele é possível dimensionar todos os cabos elétricos de uma instalação elétrica residencial e predial, por exemplo. “Além disso, ao conseguir

mobilizar duas representações de um mesmo objeto matemático considera-se que houve uma compreensão desse objeto” (Ribeiro Junior; Vieira; Costa, 2021).

Por fim, no passo de nº 06, buscamos evocar nos alunos os conceitos aprendidos no decorrer das construções no simulador. Sem, para isso, precisar fazer uso de instrumentos de medição. Apenas usando deduções acerca do que foi tratado. No item 6.3 levamos os alunos a realizarem, por si só, uma conversão semiótica. Em que, a partir do desenho do circuito (registro simbólico) ele possa construir uma equação que represente as correntes elétricas ali presentes (registro algébrico).

8.4.3. A aula três

A prática de nº 03 envolve a construção de um circuito físico na prática. Recomenda-se que esta aula ocorra em um laboratório de ciências, onde podemos encontrar bancadas para melhor manuseio e montagem. Esta etapa é integralmente avaliativa tanto no que diz respeito a montagem do circuito quanto nas perguntas que eles devem responder após a montagem.

O primeiro passo consiste em direcioná-los para o laboratório de ciências, onde eles irão organizar seus espaços e adquirir uma bancada (fabricação caseira) para realizarem suas montagens. Eles serão informados quanto à construção dos circuitos, serão orientados como deve ocorrer a ligação entre os dispositivos. Logo a seguir, lhes será entregue a UA contendo: dicas de montagem, imagem do circuito a ser montado, uma imagem da bancada onde será montado e quatro perguntas que devem ser discutidas entre eles após a montagem. Esta primeira etapa deve ocorrer em no máximo 08 (oito) minutos.

A seguir, será definido um tempo de montagem equivalente a 15 minutos e 5 minutos para que eles parem a montagem e discutam a respeito das quatro perguntas que constam no texto guia. Neste passo, mesmo que eles não tenham terminado a montagem, eles devem encerrar no tempo pré-determinado. A proposta aqui é avaliar o quanto eles conseguiram absorver do processo de montagem de circuitos com o uso das simulações. Isso significa que, a habilidade com as ferramentas e a rapidez na montagem não devem ser levadas em consideração. Mas estimamos que eles consigam montar três dos dispositivos.

É importante frisar que durante o tempo de montagem o professor deve buscar auxiliá-los, minimamente, mas que se desloque de bancada em bancada visando esclarecer pontos quanto a montagem física, visto que, este será o primeiro contato deles. Este processo de montagem vai nos indicar o quanto eles conseguiram associar as definições dadas previamente, com as representações tratadas nas simulações. Com isso, pode-se inferir se a construção dos

registros semióticos e o construto de transições entre eles foram efetivas para o processo de aprendizagem.

Encerrado o tempo de montagem, eles terão logo a seguir o tempo para discutir as perguntas e buscar respondê-las entre si. Na UA nº 03 há quatro perguntas. As duas primeiras visam avaliar o nível de compreensão que eles fizeram da 2ª lei de Kirchhoff, a associação feita entre os registros semióticos simbólicos com os dispositivos físicos da bancada e a definição de corrente elétrica e sua medição que só pode ser feita com um amperímetro.

A terceira pergunta visa verificar a aprendizagem de uma propriedade fundamental dos circuitos elétricos em paralelo: “*Elementos em paralelo sempre têm a mesma tensão entre eles* ($v_1 = v_2$)” (Alexander; Sadiku, 2013). Nas UA’s um e dois, ambas no passo de número seis, os alunos são levados a identificar essa propriedade e medi-la. Além disso, esperamos que eles apontem os pontos no circuito onde poderemos obtê-la. Essa ação nos permitirá concluir que eles compreenderam a diferença entre medir tensão e corrente em um circuito.

A última pergunta tem intuito de verificar o entendimento deles de que, a corrente total está atrelada a quantidade de elementos de carga que temos em um circuito. De modo que, quanto maior for essa quantidade, maior será o consumo maior de corrente elétrica. Eles precisam demonstrar nesta etapa que conseguiram associar ao registro simbólico dos elementos de carga, as propriedades de resistência elétrica e de consumo de corrente elétrica.

Uma vez finalizado o tempo de discussão, o professor terá 20 minutos para passar em cada bancada, verificando e registrando a execução da montagem e realizando perguntas para as equipes. Nesta etapa final, faz-se a coleta de dados através de gravação de áudio.

8.5. As Unidades de aprendizagem

A partir dos planos da estrutura das aulas supracitadas para as três aulas que compõem a sequência didática, cada uma delas acompanha uma unidade de aprendizagem que compreende as atividades a serem realizadas no decorrer de cada aula e, os recursos necessários para a execução com êxito delas.

Abaixo, temos a Unidade de Aprendizagem 01 que apresenta a sequência das atividades a serem realizadas e os recursos necessários para a execução de forma estruturada dela:

8.5.1. Cartão de atividades e recursos um

UNIDADE DE APRENDIZAGEM 01

Objetivos da aula: Analisar o comportamento de uma fonte de voltagem; avaliar a resposta de um resistor quando submetido a uma voltagem alternada; construir um circuito paralelo simples sem interruptor e com interruptor simples; medir quantidades relativas as voltagens da fonte e sobre o resistor; verificar o devido posicionamento de volímetros e amperímetros em um circuito.

Passo 1: Vá na área de trabalho e abra o software MULTISIM. Dentro do ambiente, no canto superior esquerdo, observe as seguintes figuras:

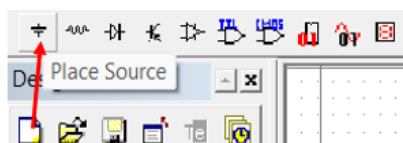


Figura 1: Obtenção da fonte de voltagem

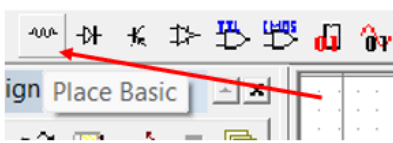


Figura 2: Obtenção do interruptor simples e do elemento resistor

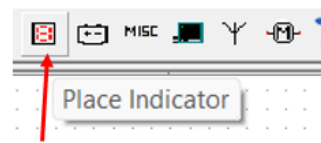


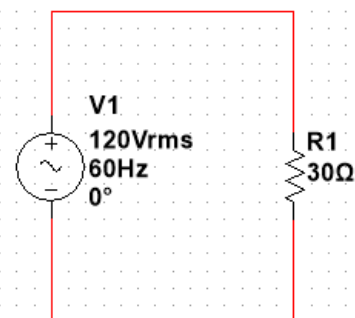
Figura 3: Obtenção dos medidores de voltagem e corrente elétrica

Estas guias que serão utilizadas na prática de hoje.

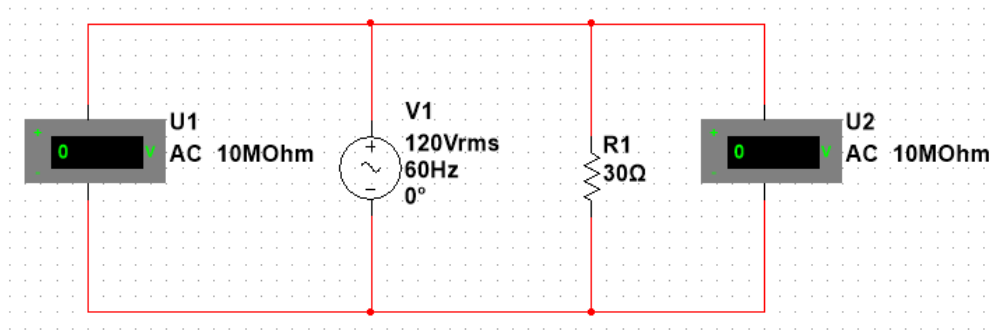
Passo 2: Dê um clique na aba *PLACE SOURCE* (figura 1), item *POWER SOURCES*, item *AC_POWER*. Ela retornará uma fonte de voltagem alternada.

Passo 3: Dê dois cliques sobre o componente e altere suas características para: voltagem = 120V_{Ac} e frequência = 60Hz.

Passo 4: Vá até a aba *PLACE BASIC* (figura 2), item *RESISTOR*, valor 30 e dê OK. Clique em um dos terminais da fonte, para formar um fio, e faça a ligação com um dos terminais do resistor. Você obterá o seguinte circuito:



Passo 5: Vá na aba *PLACE INDICATOR* (figura 3), item *VOLTMETER*, item *VOLTMETER_V* e crie dois volímetros. Dê um duplo clique em ambos e mude a configuração deles para leitura em AC. Com eles, você deverá montar o seguinte circuito:



Passo 6: Dê o comando PLAY para fazer o circuito funcionar. Perceba que a voltagem da fonte (V_S) é igual a voltagem sobre o elemento resistor (V_R): [$V_S = V_R$].

6.1: Que valores são esses? _____.

Passo 7: De posse da definição de circuito paralelo, compare a mesma com o circuito acima e responda:

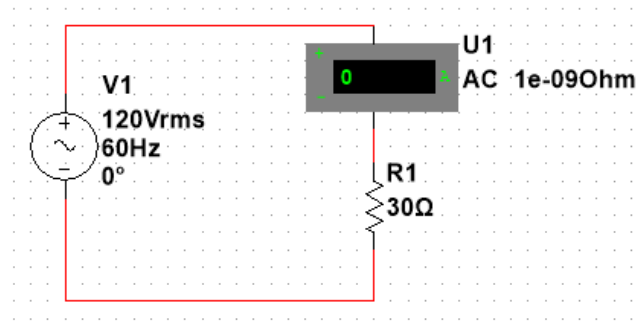
7.1: O circuito acima pode ser classificado como um circuito paralelo? _____ Por _____ quê?

7.2: Procure no seu texto a definição de fonte de voltagem, leia e responda: se o elemento abaixo,



for retirado do circuito, o que será medido no Voltímetro do resistor V_R ? _____ Por _____ quê?

Passo 8: Remova os Voltímetros e os respectivos fios. Vá até a aba VOLTMETER, item AMMETER, item AMMETER_V. Este dispositivo serve para medir corrente elétrica, chamado Amperímetro. Dê dois cliques no mesmo e configure-o para AC. E monte o seguinte circuito:



8.1: Dê o PLAY e verifique, que medida de corrente elétrica foi obtida?

_____.

Passo 9: Dê uma pausa no circuito. Clique no resistor duas vezes e edite o valor de sua resistência para 10 Ohms. Dê o PLAY para que o circuito volte a funcionar.

9.1: Qual o valor foi medido no Amperímetro?

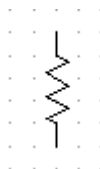
_____. Ao alterar a resistência elétrica, você a aumentou ou a diminuiu?

_____. O que você percebeu quanto à corrente elétrica estabelecida no circuito quando realizou a alteração?

_____.

9.2: O que você pode concluir a respeito das respostas dadas para estas duas últimas perguntas? Há alguma relação entre corrente e resistência elétrica?

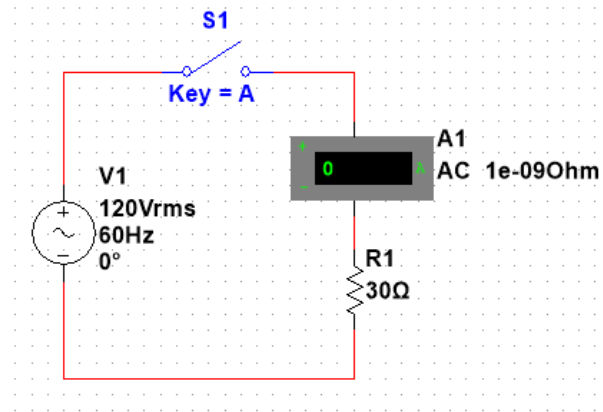
9.3: Volte ao seu texto de definições prévias, e procure pela definição de elemento resistor. Se retirarmos o componente relativo ao resistor, vai haver corrente elétrica no circuito? Por quê?



9.4: Você percebeu que a fonte de voltagem estabelece uma corrente no circuito? _____.

Isto lhe leva a concluir o quê?

Passo 10: Por fim, vá até aba PLACE BASIC, item SWITCH, item DIPSW1. Com ele, monte o circuito a seguir:



O elemento S1 é chamado de interruptor simples. Verifique em suas notas a definição do mesmo. A partir disso, dê o PLAY no circuito. Na condição em que ele se encontra acima, observe o que acontece no amperímetro. Que medida você obteve? _____.

_____. Efetue o acionamento da chave, com o circuito em modo PLAY, e registre o valor constante no amperímetro. Com base nisso, o que você é levado a concluir a respeito do componente INTERRUPTOR SIMPLES?

8.5.2 Cartão de Atividades e Recursos dois

UNIDADE DE APRENDIZAGEM 02

Objetivos: Compreender o acionamento de lâmpadas de forma direta e com interrupção; avaliar elementos de carga em um circuito e compará-los com elementos resistores; verificar a validade da 2ª lei de Kirchhoff.

Passo 01: Vá na área de trabalho do software MULTISIM, dentro do ambiente olhe para o canto superior esquerdo e observe os seguintes desenhos:

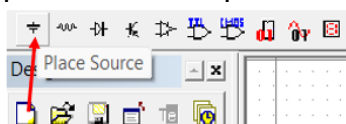


Figura 1: Obtenção da fonte de voltagem

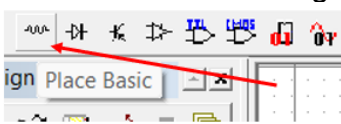


Figura 2: Obtenção do interruptor simples e do elemento resistor

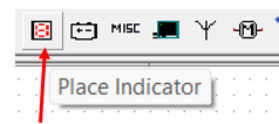


Figura 3: Obtenção dos medidores de voltagem e corrente elétrica

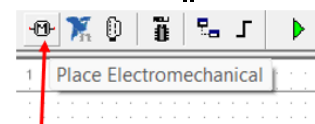
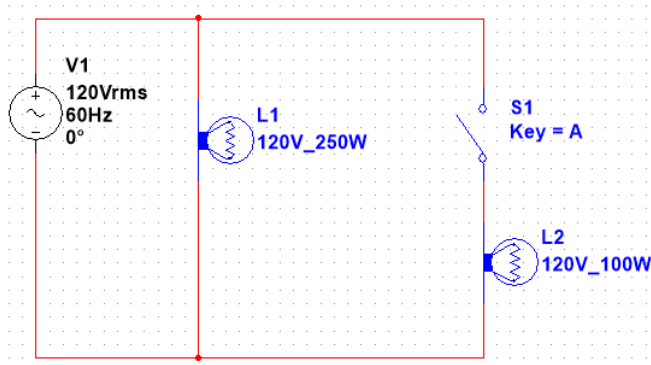


Figura 4: Obtenção dos elementos de carga

Estes itens serão acessados para a realização desta prática.

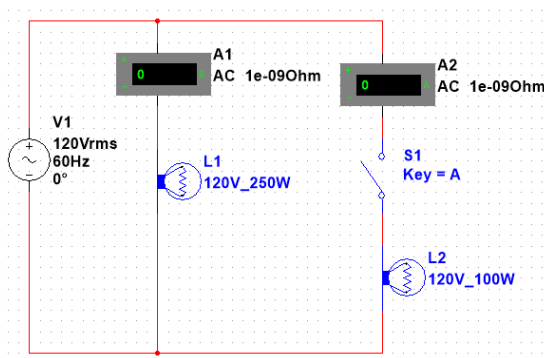
Passo 02: Vá na aba INDICATOR, item LAMP, e selecione duas lâmpadas: 120V_100W e 120V_250W. Na aba PLACE BASIC, item SWITCH, item DIPSW1 selecione apenas um, e na aba PLACE SOURCE, item POWER SOURCES, item AC_POWER obtenha uma fonte. Configure as lâmpadas e a fonte de voltagem para AC, e monte o seguinte circuito:



1.1: Dê o PLAY no circuito e verifique, qual das lâmpadas acendeu? _____

No contexto da definição de corrente elétrica por que uma das lâmpadas não acendeu?

Passo 2: Dê um STOP no circuito. Selecione na aba INDICATOR, item AMMETER, item AMMETER_V, dois amperímetros e monte o seguinte circuito:



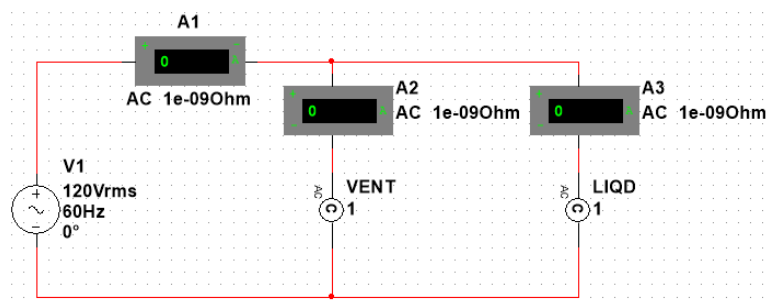
2.1: Dê o PLAY no circuito e acione a chave S1. Que medidas são obtidas em A1 e A2? _____, _____.

2.2: A quê você justifica essa diferença de medidas de corrente elétrica que passa em cada lâmpada?

2.3: O consumo de corrente elétrica que cada lâmpada apresenta, tem relação com o consumo de corrente dos resistores presentes nos circuitos construídos anteriormente? _____. Justifique.

2.4: Com base no item anterior, é possível afirmar que cada dispositivo elétrico apresenta uma resistência elétrica própria?

Passo 3: Vá na aba PLACE ELECTROMECHANICAL (figura 4), item COILS RELAYS, item ENERGIZING_COIL_AC e selecione dois destes dispositivos. Vá na aba INDICATOR, item AMMETER, item AMMETER_H e selecione um amperímetro horizontal. A seguir, monte o seguinte circuito:



O elemento LOAD representa qualquer dispositivo eletroeletrônico AC de uma resistência. Dê dois cliques em cada um e modifique seus nomes para as siglas que estão no desenho. Também modifique suas resistências para 30 Ohms cada. Dê o PLAY no circuito.

4.1: observe os valores nos amperímetros e compare com os valores quando no lugar dos elementos de carga, havia resistores. Estes valores são iguais?

O que isso lhe leva a concluir?

4.2: em um circuito real, com a mesma fonte de voltagem, e dois equipamentos com as mesmas resistências que você configurou, teríamos as mesmas medidas de corrente elétrica? Justifique.

Passo 5: verifique em suas notas, o enunciado da 1ª lei de Kirchoff. Note que há um nó entre os amperímetros A1, A2 e A3.

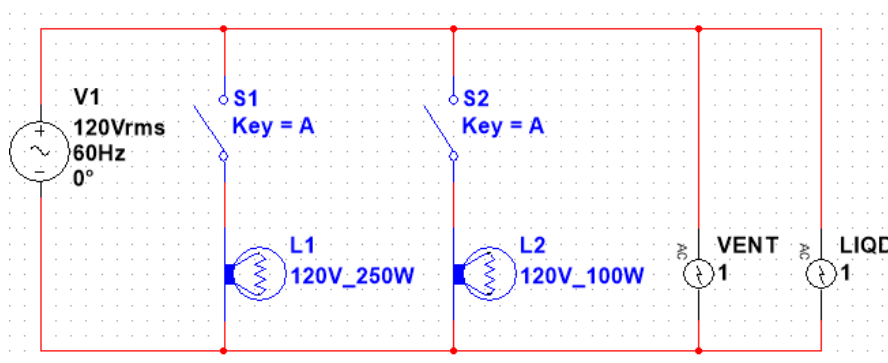
5.1: a corrente que passa em A1 pode ser entendida como uma corrente que entra no nó? _____.

5.2: as correntes A2 e A3, podem ser entendidas como correntes que saem do nó? _____.

5.3: pensando na 1ª lei de Kirchoff, podemos dizer que $A1 = A2 + A3$? _____.

5.4: se o tem 5.3 é válido, podemos dizer que A1 representa a corrente total de consumo do circuito? Justifique.

Passo 6: para finalizar, monte o seguinte circuito abaixo:



6.1: Sem adicionar um Voltímetro no circuito, responda qual a voltagem que o elemento de carga VENT está submetido? _____. Explique como chegou a essa conclusão.

6.2: Se adicionarmos mais cargas a este circuito o que ocorrerá com a corrente total?

6.3: No passo 3, temos um circuito com três amperímetros sendo que a corrente que passa no amperímetro A1, é a soma das correntes dos dois elementos de consumo do circuito.

No caso do **passo 6**, a corrente total será a soma de quantas outras correntes? _____. Escreva uma equação que represente essa igualdade, assim como, no **passo 5.3**:

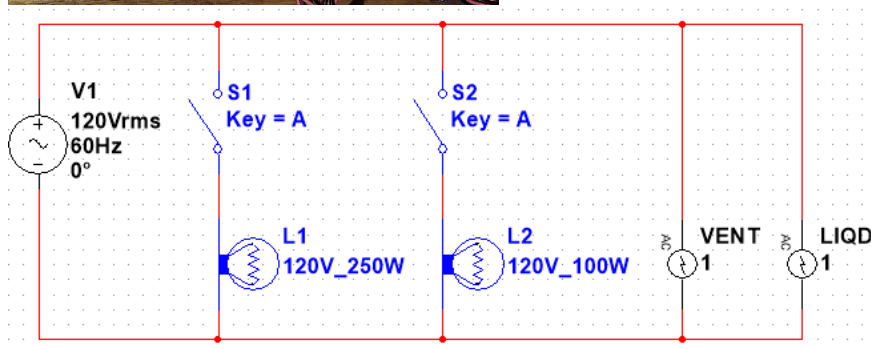
Obs.: para a próxima prática, salve o circuito que está no passo 6. Pode ser em PDF ou JPEG.

8.5.3 Cartão de Atividades e Recursos três

UNIDADE DE APRENDIZAGEM 03

Objetivos: Montar o circuito elétrico que foi montado no simulador na prática 2 – passo 6, na bancada física; avaliar as associações das interligações dos dispositivos no simulador e dos dispositivos dispostos na montagem física; Verificar, a partir da montagem e discussões realizadas pelo grupo, se os alunos chegam as mesmas conclusões a que chegaram quando estavam no simulador.

BANCADA FÍSICA: Montagem de circuito monofásico 1 fase + 1 Neutro



Dicas:

1. Identificar onde está a fase e onde está o neutro com o multímetro;
2. Perceber que todo dispositivo só possui dois pontos de conexão;
3. Definir quem receberá a fase e o outro, será ligado no neutro;
4. Para não se perder, tenha sempre o desenho do circuito em mãos;
5. Montar linha por linha paralela do circuito.

Perguntas para discussão após a conclusão da montagem:

- 1) Para obter o consumo de corrente individual, onde eu devo posicionar meu multímetro/amperímetro?
- 2) Onde devo posicionar meu amperímetro/multímetro para obter a corrente total no circuito?

- 3) a voltagem medidas sobre os terminais de uma lâmpada será a mesma da fonte? Por quê?
- 4) Uma vez que eu tenha a voltagem fornecida pela fonte e o consumo de corrente total do circuito, eu consigo estimar o valor da resistência elétrica total presente no circuito?

9. Avaliação da SD

Como instrumentos da avaliação interna desta SD podemos especificá-los conforme o quadro abaixo. Em que, para cada aula, há um instrumento de avaliação aula por aula através do documento denominado Unidade de Aprendizagem. Onde, há um tipo de documento deste específico para cada aula. Somente na aula 03, que se tem um instrumento específico adicional. Que é a entrevista. Ela deverá vir acompanhada de um questionário estruturado próprio.

Nº da aula	Instrumentos de avaliação específicos	Instrumentos de avaliação comum
Aula 01	Unidade de aprendizagem 01	Memorandos; Gravador de áudio/voz.
Aula 02	Unidade de aprendizagem 02	
Aula 03	Unidade de aprendizagem 03; Entrevista	

E, no campo de instrumentos de avaliação comuns a todas as aulas da SEA, temos os memorandos a serem preenchidos pelo professor a cada etapa da sequência. E ainda, deverá coletar dados através de um gravador de voz para uma futura transcrição destas informações e tratamento de dados.

10. Perspectivas e limitações visando a melhoria da SD

Acreditamos que um dos pontos que podemos melhorar é no quantitativo de aulas que integram a mesma. Atualmente, esta sequência tem um total de três aulas. Que envolvem processos avaliativos contínuos e concomitantes as práticas e, ainda, a entrevista que se encontra na prática de nº 03 e que, julgamos ser o melhor instrumento de avaliação pertencente a todo o processo e se encontra estruturada para ocorrer dentro do terceiro passo da sequência que envolve a montagem física dos circuitos pedidos.

Devido este instrumento ser mais robusto para a realização de uma boa coleta de dados, deveria haver uma aula somente para esta modalidade de avaliação. Visto que, ela envolve detalhes, objetiva coletar informações acerca das compreensões mais gerais até as mais específicas por parte dos alunos. Ela permite verificar como os alunos internalizaram a compreensão dos objetos de conhecimento tratados em cada aula da SD.

Além disso, deveria haver uma aula a mais entre a prática de nº 01 e nº 02. Cujo objetivo desta aula adicionada a sequência seria o de montar os circuitos tratados nas modelagens abordadas na Unidade de Aprendizagem nº 01. Pois, o principal objetivo que cogitamos com a construção deste trabalho de maneira geral foi o de poder ver os alunos construindo circuitos básicos que podem ser encontrados nos livros textos e até mesmo, construído por eles dentro de suas casas.

Perfazendo assim, uma SD com um total de cinco aulas. Mantendo as práticas já existentes, e adicionando mais uma prática de montagem física de circuitos e uma aula específica para a realização de forma integral da entrevista.

11. Glossário

BNCC: Base Nacional Comum Curricular do Novo Ensino Médio.

Circuitos Simples: Devem ser entendidos como circuitos compostos por lâmpadas e/ou elementos resistivos e/ou elementos de carga e uma fonte de corrente elétrica CA.

CA: Corrente Alternada.

Contexto real de sala de aula: Aquele contexto em que as práticas e problemáticas podem vir a surgir em qualquer momento.

Corrente Alternada: É o tipo de corrente elétrica que se manifesta oscilando as cargas elétricas dentro de um condutor e/ou um dispositivo elétrico.

Diários de bordo: Instrumento de coleta de dados cujo intuito é o de registrar todos os eventos que ocorrem aula por aula no decorrer da sequência didática. Neste produto educacional foram definidos como Memorandos.

NI MULTISIM: Software de interface para construção de circuitos elétricos CC e CA que visa modelar de antemão como esses circuitos irão operar antes mesmo de suas montagens físicas. Tem caráter profissional, no entanto, o fabricante também o disponibiliza para uso didático.

PCP: Proposta curricular pedagógica. Documento orientador contendo as estruturas e matrizes curriculares das componentes curriculares a serem implementadas em um período específico pelos professores.

SD: Sequência didática.

Simulação computacional didática: É realizar a construção artificial de um objeto de aprendizagem através de uma tecnologia educacional.

Tecnologias Educacionais: Elementos digitais que podem se materializar em dispositivos, ambientes de programação ou de interação, softwares etc. Que são utilizados no contexto educacional como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem.

TRRS: Teoria de Registros de Representação Semiótica

Unidade de Aprendizagem: Instrumento orientador das práticas a serem desenvolvidas em cada aula da SD.

12. Referências

ALEXANDER, C. K.; SADIKU, M. N. O. **Fundamentos de circuitos elétricos**. 5ªed. [S. l.]: Amgh, 2013.

BRAGA, M. B. P. **Cartilha de sequência de ensino aprendizagem (SEA)**. Manaus: Ufam, 2024. Notas de aula da disciplina de Sequências didáticas.

CORREIA DOMINGUES, G. H.; ALVES PEREIRA DE CARVALHO, H.; STRIEDER PHILIPPSEN, G. Ensino de circuitos elétricos por meio de tecnologias digitais: uma proposta didática baseada na Aprendizagem Significativa e nos Três Momentos Pedagógicos. **Revista Insignare Scientia - RIS**, [s. l.], v. 4, n. 6, p. 597–613, 2021.

D'AMORE, B.; PINILLA, M. I. F.; IORI, M. **Primeiros elementos de semiótica: sua presença e sua importância no processo de ensino-aprendizagem da matemática**. 1 ed.ed. São Paulo: LF Editorial, 2015.

DUVAL, R. **Semiósis e Pensamento Humano: Registro semióticos e aprendizagens intelectuais**. [S. l.]: LF Editorial, 2009. (Contextos da Ciência).

DUVAL, R.; MORETTI, Trad. M. T. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento *Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée*. **Revemat: revista eletrônica de educação matemática**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 266, 2012.

HEINECK, R.; ALMEIDA VALIATI, E. R.; WERNER DA ROSA, C. T. Software educativo no ensino de Física: análise quantitativa e qualitativa. **Revista Iberoamericana de Educación**, [s. l.], v. 42, n. 6, p. 1–12, 2007.

HENRIQUES, A.; ALMOULOUD, S. A. Teoria dos registros de representação semiótica em pesquisas na Educação Matemática no Ensino Superior: uma análise de superfícies e funções de duas variáveis com intervenção do software Maple. **Ciência & Educação (Bauru)**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 465–487, 2016.

KIEFER, J. G. *et al.* Questões de Matemática em provas de ingresso ao Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (2015-2020): uma análise a partir dos registros de representação semiótica. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 11, p. e59291110177, 2020.

RIBEIRO JUNIOR, O. A.; VIEIRA, B. M.; COSTA, R. G. D. A Teoria de Raymond Duval no ensino de funções matemáticas. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. e27310313325, 2021.

SANTAELLA, L. **O que é semiótica**. 1 ed., 32ª reimpred. São Paulo: Brasiliense, 2012.

SANTOS, P. A. D.; ROSA, A. D. S.; BULEGON, A. M. As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para o ensino e a aprendizagem de Ciências da Natureza e Matemática na perspectiva da BNCC. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. e59510112157, 2021.

SILVA, R. L.; SILVA, G. S.; MACÊDO, H. R. A. D. Tecnologia no ensino de física: Os ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) e os simuladores. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, [s. l.], p. 136–147, 2020.

APÊNDICE A – Planos das aulas da sequência didática

PLANO DE AULA - UM

UNIDADE TEMÁTICA	(☒) Matéria e Energia (☐) Vida e Evolução (☐) Terra e Universo		
OBJETO DO CONHECIMENTO	Circuitos e dispositivos elétricos: fonte de tensão alternada (CA); Resistor CA; Circuito elétrico em paralelo; interruptor simples.		
OBJETIVO ESPECÍFICOS	Analisar o comportamento de uma fonte de voltagem; avaliar a resposta de um resistor quando submetido a uma voltagem alternada; Construir um circuito paralelo simples sem interruptor e com interruptor simples; Medir quantidades relativas as voltagens da fonte e sobre o resistor; Verificar o devido posicionamento de voltímetros e amperímetros em um circuito.		
ATIVIDADE DE VERIFICAÇÃO	A atividade de verificação ocorrerá em concomitante com a construção dos elementos no simulador de acordo com o documento: UA, e o devido preenchimento dos requisitos exigidos por ela.		
TEMPOS PEDAGÓGICOS	METODOLOGIA		
Retomada do conteúdo (☐) Correção do exercício da aula anterior (☐) Correção de Simulado (☐) Correção de Avaliação (☐) Revisão da aula anterior (☐) Revisão do conteúdo em estudo. TEMPO PREVISTO: 48 min	(☒) Acolhida (☐) Resolução comentada de questões no quadro (☒) Organização da sala (☒) Exposição em slide (☐) Expor a agenda no quadro (☒) Construção dos elementos propostos em roteiro no simulador (☒) Apresentar os objetivos da aula (☐) Visto no caderno (☒) Preenchimento do roteiro a cada passo realizado no simulador Especifique:		
Abertura: Apresentação do conteúdo TEMPO PREVISTO: 08 min	(☐) Leitura individual do texto no livro didático (☐) Análise de imagens (☐) Leitura coletiva do texto no livro didático (☒) Slides abordando o assunto (☒) Aula expositiva dialogada Especifique: Ao movê-los para o laboratório de informática, os alunos se dirigirão para seus locais em cada estação contendo computador, receberão a UA da referida aula e receberão as orientações prévias pelo professor por meio do data show		
Sequência de atividades: (☒) Vivência com material concreto (☒) Atividade diferenciada (☐) Desafios Científicos TEMPO PREVISTO: 30 min	Especifique: Diante do simulador, eles acompanharão passo a passo, tudo o que o que é informado e pedido na unidade de aprendizagem: as abas a serem utilizadas para obter os componentes exigidos, o desenho dos circuitos a serem construídos e as informações que deverão extrair para preencher os dados que lhes são pedidos. Neste momento, o professor atuará como um mediador do processo, auxiliando-os em dúvidas quanto ao uso do simulador de maneira geral. Para tal, irá projetar sua tela do simulador no Data Show para que os alunos possam acompanhar de maneira mais efetiva e rápida.		
Fechamento: (☐) Livro Didático (☐) Atividade Extra (☐) Simulado (☐) Avaliação Parcial (☐) Avaliação Bimestral (☐) Exposição experimental TEMPO PREVISTO: 10 min	(☐) Resolução em sala (☐) Resolução para casa (☐) Exercício de fixação em cópia (☒) Resolução em grupo Especifique: Após o devido preenchimento dos elementos solicitados no roteiro, os alunos deverão revisar as conclusões que chegaram a partir dos dados obtidos e com cada construção realizada. Essas conclusões serão construídas a partir de perguntas específicas contidas na própria unidade de aprendizagem.		
RECURSOS	✓ Computador; ✓ Projetor; ✓ Slides usando o software Power Point; ✓ Papel A4 com roteiro e atividade impressa; ✓ Quadro branco e marcador.		
OBSERVAÇÃO			

PLANO DE AULA - DOIS

UNIDADE TEMÁTICA	(☒) Matéria e Energia (☐) Vida e Evolução (☐) Terra e Universo
OBJETO DO CONHECIMENTO	Circuitos e dispositivos elétricos: Lâmpadas; elementos de carga; 1ª lei de Kirchhoff
OBJETIVO ESPECÍFICOS	☒ Compreender o acionamento de lâmpadas de forma direta e com interrupção; ☒ Avaliar elementos de carga em um circuito e compará-los com o comportamento apresentado por resistores; ☒ Verificar a validade da 2ª lei de Kirchhoff.
ATIVIDADE DE VERIFICAÇÃO	A atividade de verificação ocorrerá em concomitante com a construção dos elementos no simulador de acordo com a Unidade de Aprendizagem, e o devido preenchimento dos requisitos exigidos nela.
TEMPOS PEDAGÓGICOS	METODOLOGIA
Retomada do conteúdo (☐) Correção do exercício da aula anterior (☐) Correção de Simulado (☐) Correção de Avaliação (☐) Revisão da aula anterior (☐) Revisão do conteúdo em estudo. TEMPO PREVISTO: 48 min	(☒) Acolhida (☐) Resolução comentada de questões no quadro (☒) Organização da sala (☒) Exposição em slide (☐) Expor a agenda no quadro (☒) Construção dos elementos propostos em roteiro no simulador (☒) Apresentar os objetivos da aula (☒) Preenchimento do roteiro a cada passo realizado no simulador (☐) Visto no caderno <i>Especifique: Em cada estação haverá uma unidade de aprendizagem da prática do dia. Os alunos deverão acessar o ambiente MULTISIM, seguir as instruções contidas nelas e a cada item, realizar o preenchimento de informações e dar respostas para as perguntas feitas.</i>
Abertura: Apresentação das atividades do dia. TEMPO PREVISTO: 08 min	(☐) Leitura individual do texto no livro didático (☐) Análise de imagens (☐) Leitura coletiva do texto no livro didático (☒) Slides abordando o assunto (☒) Aula expositiva dialogada <i>Especifique: Ao movê-los para o laboratório de informática, cada aluno irá se dirigir para sua estação pré-definida dispondo da UA a ser trabalhada. O professor inicia explicando o que deverá ser feito na prática de nº 02.</i>
Sequência de atividades: (☒) Vivência com material concreto (☒) Atividade diferenciada (☐) Desafios Científicos TEMPO PREVISTO: 30 min	<i>Especifique:</i> <i>Diante do simulador, eles acompanharão passo a passo, tudo o que o roteiro informa: as abas a serem utilizadas para obter os componentes exigidos, o desenho dos circuitos a serem construídos e as informações que deverão extrair para preencher os dados que lhes são pedidos. Neste momento, o professor atuará como um mediador do processo, auxiliando-os em dúvidas quanto ao uso do simulador de maneira geral. No entanto, neste passo, o professor não deverá interferir em responder dúvidas relativas as perguntas que constam na Unidade de aprendizagem.</i>
Fechamento: (☐) Livro Didático (☐) Atividade Extra (☐) Simulado (☐) Avaliação Parcial (☐) Avaliação Bimestral (☐) Exposição experimental TEMPO PREVISTO: 10 min	(☐) Exercício do livro didático (☐) Resolução em sala (☐) Exercício de fixação em cópia (☐) Resolução para casa (☒) Resolução em grupo <i>Especifique: Após o devido preenchimento dos elementos solicitados, os alunos deverão verificar as conclusões que chegaram a partir dos dados obtidos e com cada construção realizada.</i>
RECURSOS	☒ Computador; ☒ Projetor; ☒ Slides usando o software Power Point; ☒ Papel A4 com roteiro e atividade impressa; ☒ Quadro branco e marcador.
OBSERVAÇÃO	

Visto do(a) Professor(a)

Visto do(a) Coordenador(a)

PLANO DE AULA - TRÊS

UNIDADE TEMÁTICA	(X) Matéria e Energia () Vida e Evolução () Terra e Universo
OBJETO DO CONHECIMENTO	Circuitos e dispositivos elétricos: fonte de tensão alternada (CA); carga CA; Circuito elétrico em paralelo; lâmpada; chave interruptor.
OBJETIVO ESPECÍFICOS	✓ Montar o circuito elétrico que foi montado no simulador na prática 2 – passo 6, na bancada física; ✓ Avaliar as associações das interligações dos dispositivos no simulador e dos dispositivos dispostos na montagem física; ✓ Verificar, a partir da montagem e discussões realizadas pelo grupo, se os alunos chegam as mesmas conclusões a que chegaram quando estavam no simulador.
ATIVIDADE DE VERIFICAÇÃO	A atividade de verificação ocorrerá mediante observação na montagem do circuito e após o cumprido o tempo, as equipes deverão responder a algumas perguntas para averiguar o nível de compreensão.
TEMPOS PEDAGÓGICOS	METODOLOGIA
Retomada do conteúdo () Correção do exercício da aula anterior () Correção de Simulado () Correção de Avaliação () Revisão da aula anterior () Revisão do conteúdo em estudo. TEMPO PREVISTO: 48 min	(X) Acolhida () Resolução comentada de questões no quadro (X) Organização da sala () Exposição em slide () Expor a agenda no quadro (X) Construção dos elementos propostos na bancada física (X) Apresentar os objetivos da aula (X) Análise de perguntas entre os grupos. <i>Especifique: Será dado aos grupos uma bancada física para montagem do circuito feito no simulador na prática 2 – passo 6 que lhes foi pedido para salvar ao final da aula. Após a montagem, lhes serão dadas algumas perguntas para discussão em grupo (estão alocadas na UA). Após esse tempo, os alunos serão indagados pelo professor com um conjunto de perguntas basilares.</i>
Abertura: Apresentação do conteúdo TEMPO PREVISTO: 08 min	() Leitura individual do texto no livro didático () Análise de imagens () Leitura coletiva do texto no livro didático (X) Apresentação dos objetivos da aula (X) Aula expositiva dialogada <i>Especifique: para esta prática, os grupos podem ser reunidos dentro da sala de aula, ou em um laboratório de ciências que possua bancada (ideal). Eles serão apresentados aos objetivos da aula e lhes será entregue a bancada física junto com uma cópia do circuito a ser montado na prática contendo, também, 4 perguntas para que discutam entre si quanto às respostas após a montagem.</i>
Sequência de atividades: (X) Vivência com material concreto (X) Atividade diferenciada (X) Desafios Científicos TEMPO PREVISTO: 20 min	<i>Especifique:</i> <i>Aos grupos, será dado o tempo de montagem dos elementos do circuito de 15 minutos a ser cronometrado. Cada circuito é duplicado, ou seja, uma vez que eles montem um, o outro será igual. Os cinco minutos restantes servirão para que eles discutam as quatro perguntas contidas no roteiro que lhes foi dado no início da prática. Neste ponto, o professor passará nas bancadas apenas com o intuito de observar. Se necessário, auxiliar minimamente nas conexões que devem ser realizadas.</i>
Fechamento: () Livro Didático () Atividade Extra () Simulado () Avaliação Parcial () Avaliação Bimestral (X) Exposição experimental TEMPO PREVISTO: 20 min	() Exercício do livro didático () Resolução em sala () Exercício de fixação em cópia (X) Avaliação do professor (X) Resolução em grupo <i>Especifique: Encerrado o tempo de montagem e discussões, o professor deve verificar e avaliar o funcionamento pleno do circuito e, entrevistar cada grupo de alunos com base em um conjunto de perguntas semiestruturadas. Tomando notas das respostas seja no papel, ou gravador para posterior análise e coleta de dados.</i>
RECURSOS	✓ Bancada física para montagem experimental (construção própria conforme material do produto educacional); ✓ Papel A4 com dicas de montagem, circuito a ser montado e perguntas para discussões posteriores a montagem; ✓ Quadro branco e marcador.
OBSERVAÇÃO	

Visto do(a) Professor(a)

Visto do(a) Coordenador(a)