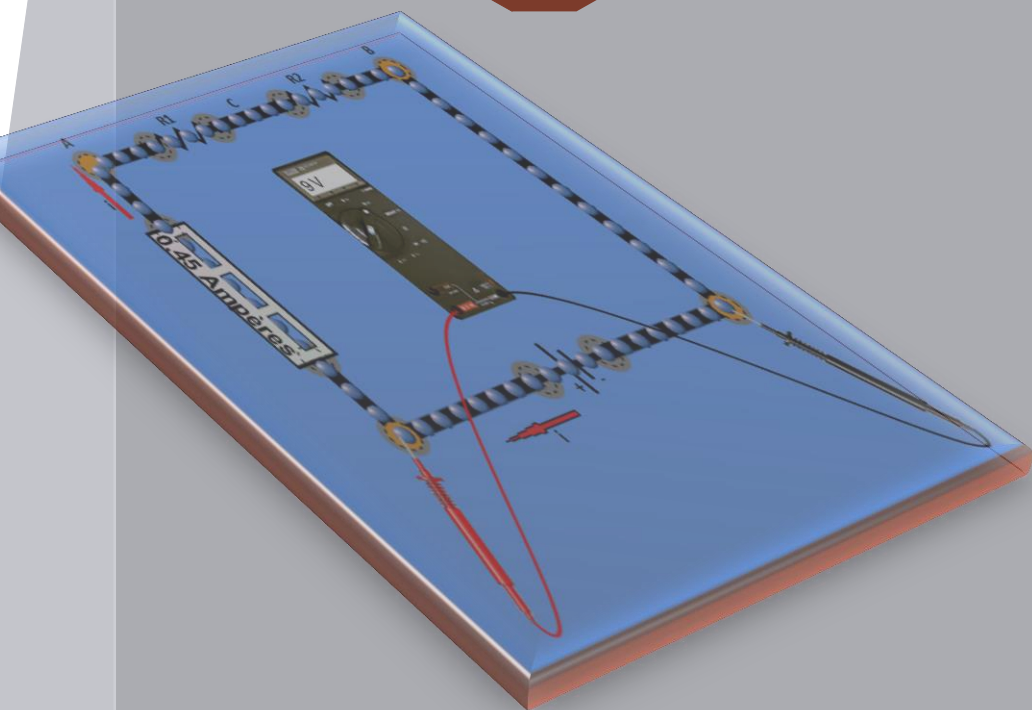


MANUAL DE INSTRUÇÕES PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS
EXPERIMENTAIS COM UMA METODOLOGIA DE ENSINO NO
CONTEÚDO DE CIRCUITOS ELETRICOS RESISTIVOS



Sumário

AGRADECIMENTOS	05
APRESENTAÇÃO	07
INTRODUÇÃO	09
PLANO DE APLICAÇÃO	11
Título da Aula:.....	11
Objetivo Geral	11
Objetivos Específicos:	11
Conteúdos:.....	11
Metodologia:	12
Recursos Pedagógicos:.....	14
Cronograma	14
DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS PARA COMPOR OS CIRCUITOS RESISTIVOS	15
Prática Virtual.....	15
Prática Real	15
Descrição dos Componentes (Virtual e Real)	17
Resistores	18
Soquete com Terminal Olhal.....	19
Conector Simples com Terminal Olhal.....	19
Placa de Circuito.....	21
Pilhas e Baterias.....	22
Conectores para Baterias.....	23
Cabo com Garras de Jacaré	23
Lâmpadas	24
Multímetro Analógico.....	26
Voltímetro Digital (Virtual)	27
Amperímetro Digital (Virtual)	28
PROCEDIMENTOS PARA MONTAGEM DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS RESISTIVOS UTILIZANDO O SOFTWARE PHET	29
CrITÉrios de Eficiências	29
Avaliação Diagnostica	30
Primeiras Orientações – Phet	31

APLICAÇÃO DA BASE ORIENTADORA DA AÇÃO (BOA) PARA OS CIRCUITOS RESISTIVOS SÉRIE E PARALELO	36
ETAPA MATERIALIZADA.....	43
Atividade I.....	43
Atividade II	48
ETAPA VERBAL	53

Agradecimentos

Primeiramente e acima de tudo devo agradecer a Deus, por mais uma vitória em minha vida e também pela compreensão da minha família durante os estudos.

Agradecer também a todos os professores e amigos que se empenharam ao longo desta caminhada, em buscar de uma nova metodologia de ensino e aprendizagem.

Ao meu orientador Professor DR. Oscar Tintore Delgado pela compreensão e dedicação nas orientações.

À Universidade Federal de Roraima.

Ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF pela oportunidade de mostrar novos métodos de ensino.

A CAPES pelo apoio financeiro através das Bolsas de estudos concedidas aos mestrados.

Apresentação

Esta Dissertação foi desenvolvida no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Roraima na linha de pesquisa “Processo de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias de Informação no Ensino de Física” e teve como sujeitos 73 estudante/alunos da 3^o Série do Ensino Médio das quais 27 Estudantes são da 3^o Série “A” juntamente com 19 estudantes da 3^o Série “C” do Colégio Militar Estadual DR. Luiz Rittler Brito de Lucena e 27 alunos da 3^o Série “302” da Escola Estadual Presidente Tancredo Neves. Esse método de Ensino teve como questão norteadora: A Resolução Problemas Experimentais como metodologia de ensino no Conteúdo de Circuitos Elétricos Resistivos fundamentados a partir dos pressupostos da Teoria de Formação por Etapas das ações Mentais de Galperin, produzirá aprendizagem dos estudantes/alunos da 3^o Série do colégio militar DR. Luiz Rittler Brito de Lucena e Escola Estadual Presidente Tancredo Neves? Para solucionar o problema definiu-se como objetivo geral Avaliar a contribuição da resolução de problemas experimentais como uma metodologia de ensino para aprendizagem dos circuitos elétricos Resistivos.

Professor: Rondson de Sousa Pereira

Introdução

Durante décadas vêm se estudando novos métodos e processos de ensino aprendizagem de ciências, capazes de buscar questões favoráveis ao ensino aprendizagem dos alunos, como também, uma aproximação deste com os conteúdos didáticos.

Uma das estratégias adotada pelos professores em ensino de Física e que proporciona condições favoráveis é as atividades experimentais, que tira aquela visão tradicionalista de exposição de conteúdos em quadro-negro ou branco, finalizando com a resolução de uma série de exercícios matemáticos tirados de livros didáticos. Também é uma prática bastante criticada porque nem sempre cumpre o objetivo de aprendizagem.

É nessa concepção, que o presente trabalho de pesquisa se proporcionar a uma verificação na aprendizagem dos alunos através da resolução de problemas experimentais como metodologia de ensino no conteúdo de circuitos elétricos resistivos fundamentados na teoria de formação por etapas das ações mentais de Galperin.

Plano de Aplicação

Título da aula:

Circuitos Resistivos

Objetivo Geral:

Avaliar a contribuição da resolução de problemas experimentais como uma metodologia de ensino para aprendizagem dos circuitos elétricos Resistivos.

Objetivos específicos:

- Diagnosticar os conhecimentos dos alunos/estudantes como pronto de partida na atividade de situações de problemas - (ASP) em Física.
- Analisar os resultados da sequência didática na formação de conceitos dos circuitos elétricos resistivos, aplicando a resolução problemas conforme a teoria de formação por etapas das ações metais de Galperin;
- Averiguar através do processo de assimilação em qual das etapas o aluno/estudante se encontra

Conteúdos:

Carga elétrica, Campo Elétrico, Energia Potencial Elétrica, Potencial Elétrico, Cargas Elétricas por um Resistor, Circuito Resistivo Série, Circuito Resistivo Paralelo.

Metodologia

As etapas de desenvolvimento da aplicação do produto foram divididas em três fases distintas. Na qual a primeira etapa chamaremos de fase I que estabelece uma relação em compreender a atividade de situações problema (ASP) em Física por meio da avaliação diagnóstica de lápis e papel, que resulta em testar o nível de conhecimento dos estudantes/alunos como ponto de partida nos conteúdos de circuitos elétricos resistivos. A segunda fase II consolida na construção do modelo físico para Atividade de situação problema (ASP) em Física. Já a fase III busca-se solucionar através do modelo físico a Atividade de situação de problema (ASP) em Física e consequentemente interpretar (Etapa Verbal) em forma de seminários os resultados obtidos do problema. Essas são as três fases ou etapas que serão desenvolvidas ao longo do nosso trabalho.

Lembrando que não podemos esquecer que a teoria da formação por Etapas das Ações Mentais de Galperin é composta por cinco fases de estudos que compõe um sistema de determinados tipos de atividades, cujo princípio é conduzir o aluno a obter novos conhecimentos e hábitos, onde cada atividade de estudo é por sua vez, um conjunto de ações, unidas por um motivo, que asseguram a realização do objetivo da atividade da qual fazem parte. São elas:

- A Primeira etapa a Elaboração da Base Orientadora da Ação (BOA), estabelece o procedimento de direção ou condução da atividade.
- A segunda etapa Formação das Ações Externas Materiais ou Materializadas (Ação Material ou Materializada), está diretamente relacionada com os elementos contextuais envolvidos, seja na forma concreta (material) ou simulada (materializada).

- Na etapa três Formação das Ações da Linguagem Verbal Externa (Ação Verbal), o estudante será conduzido a desenvolver sua habilidade e capacidade/autonomia de expressar o conhecimento novo estudado, tanto na forma verbal quanto escrita.
- A quarta etapa Formação da Ação da Linguagem Externa (Linguagem Externa), é o momento do processo, que consiste na internalização do conhecimento novo, ou seja, pode ser visualizado em sua forma consciente de expressar verbalmente ou de forma descritiva, os conceitos, acrescentando e tornando esse conhecimento novo disponível na estrutura cognitiva do estudante, bem como os conceitos formados, as operações que devem ser executadas, ao ser aplicação a novas situações problema.
- A quinta etapa Formação das Ações em Linguagem Interna (Ações Mentais) compreende-se pela aquisição da habilidade para desenvolvimento rápido da ação, trata-se de um procedimento oculto da ação cognitiva, ou seja, a ação transformada é o produto das etapas anteriores.

É fundamental que o profissional da área de ensino, se organize quanto ao tempo de aplicação de cada etapa. No nosso trabalho chegamos até a terceira etapa.

Recursos Pedagógicos:

Data-show, Laboratório de informática, quadro branco, pincel, Multímetro e componentes elétricos eletrônicos.

Cronograma:

Nº	Atividade	Duração
01	Avaliação Diagnóstica	1 hora
02	Apresentação do Software Phet	1 hora
03	Circuito Resistivo - Lei de Ohm, kirchhoff e Circuitos em Série e Paralelo.	2 horas
04	Laboratório - construção dos circuitos resistivos (Etapa Materializada) Virtual	2 horas
05	Laboratório – construção dos circuitos resistivos (Etapa Materializada) Virtual	2 horas
06	Avaliação - etapa materializada (virtual) utilizando o PHET como instrumento para execução da Atividade Situação de Problemas na associação de resistores em série e paralelo	2 horas
07	Avaliação - etapa materializada (virtual) utilizando o PHET como instrumento para execução da Atividade Situação de Problemas na associação de resistores em série e paralelo	2 horas
08	Construção dos circuitos resistivos série e paralelo - etapa materializada (real) prática	2 horas
09	Seminário-etapa verbal (interpretação dos resultados)	2 horas
10	Seminário-etapa verbal (interpretação dos resultados)	2 horas

Tabela 01. Cronograma de Atividades

Descrição dos Materiais para Compor os Circuitos Resistivos

A partir desse momento passaremos a descrever os materiais e componentes eletro-eletrônicos a serem utilizados na construção dos circuitos elétricos resistivos.

Materiais necessários para a construção dos circuitos elétricos resistivos utilizando o Phet.

Prática Virtual

- Resistores
- Interruptor
- Fios para conexões
- Lâmpadas
- Bateria
- Voltímetro
- Amperímetro

Materiais necessários para a construção dos circuitos elétricos resistivos após prática virtual.

Prática Real

- Resistor com Terminais de 270Ω
- Resistor com Terminais de 330Ω
- Resistor com Terminais de 470Ω

- Resistor com Terminais de 560Ω
- Soquete (bocal) com Terminal Olhal
- Conector Simples com Terminal Olhal
- Placa de Circuito
- Multímetro Analógico
- Pilhas e Baterias
- Conector para Bateria
- Cabos com garra de jacaré
- Lâmpadas

Descrição dos componentes (Virtual e Real)

É de grande relevância para a montagem dos circuitos elétricos resistivos fazer a descrição de cada material citado acima, e sua finalidade para o circuito.

Resistores de 270Ω-330Ω-470Ω e 560Ω

Os resistores da (figura 1) também são considerados um semicondutor cuja principal função é interceptar a passagem da corrente elétrica, ou seja, os resistores limitam a intensidade de corrente através de sua resistência elétrica.

No Kit Software Phet o valor da resistência elétrica do dispositivo pode ser alterado a qualquer hora, basta clicar com o botão direito do mouse em cima do dispositivo e em seguida clicar em mudar resistência, a partir daí é só alterar o seu valor. Em geral o Software já disponibilizar em seu Kit um valor para cada um dos resistores que é de 10 Ω (Ohm).



Figura 1. Resistores (Real)

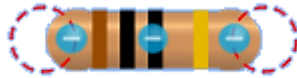


Figura 2. Resistores (Virtual)



Figura 3. Resistores (Virtual)

Soquete (receptáculo) com Terminal Olhal

O soquete da (Figura 2) possui a função de abrigar a lâmpada e que de certa forma fique presa no dispositivo



Figura 4. Soquete (receptáculo) com Terminal Olhal (Real)

Conector Simples com Terminal Olhal

O conector simples com Terminal Olhal como mostra a (Figura 3) tem com principal função conectar um componente elétrico a outro, permitindo-lhes o contato elétrico entre dois terminais da placa de circuito. O conector simples com olhal, ainda permite ao cidadão montar de diversas maneiras os circuitos na placa.



Figura 5. Conector Simples com Terminal Olhal (Real)

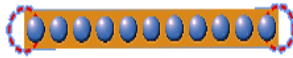


Figura 6. Fio (Virtual)

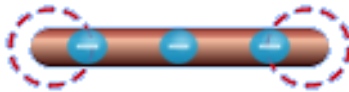


Figura 7. Fio (Virtual)

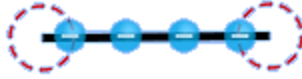


Figura 8. Fio (Virtual)

Placa de Circuito

As montagens dos circuitos elétricos resistivos podem ser realizadas através da placa de circuito como mostra a (Figura 4) esta placa é composta por uma fixação que relembra umas porcas que torna fixo um corpo volátil e estão localizadas na parte superior da placa. Essas porcas devem ser retiradas e os componentes eletrônicos devem ser fixados entre os terminais do mesmo. Logo em seguida, as porcas precisam ser alocadas e ajustadas sem muito aperto.



Figura 9. Placa de Circuito. (Real)

Pilhas e Baterias

As pilhas ou baterias mostradas na (Figura 5) proporcionam uma diferença de potencial (ddP), tensão elétrica ou voltagem que está relacionado com a capacidade de produção de energia elétrica. Por exemplo, as pilhas de 1,5V e as baterias de 9V.



Figura 10. Pilhas e Baterias (Real)

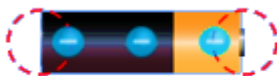


Figura 11. Pilhas e Baterias (Virtual)



Figura 12. Pilhas e Baterias (Virtual)

Conectores para Baterias

Os conectores para Baterias mostradas na (figura 6) possibilita a conexão com outros dispositivos servindo de alimentador direto com os terminais da bateria e viabiliza que sejam ligados a uma distancia maior das baterias e pilhas.



Figura 13. Pilhas e Baterias (Real)

Cabos com garras de jacaré

A finalidade dos cabos com garra de jacaré é fazer uma conexão de um terminal da placa com outro interligando os contatos.



Figura 14. Eixos de bicicleta (Real)

Lâmpadas

As lâmpadas no simulador Phet podem ser apresentadas conforme as figuras abaixo, numa realidade muito próxima semelhante à figura 18.



Figura 15. Lâmpada (Virtual)



Figura 16. Lâmpada (Virtual)



Figura 17. Lâmpada (Virtual)



Figura 18. Lâmpada (Real)

Multímetro Analógico

O Multímetro Analógico, também conhecido como Alicates Amperímetro possui cinco funções de medidas: Corrente alternada (AC), Tensão Alternada (AC), Tensão Contínua (DC), Resistência e Temperatura. Para que o Multímetro possa entrar em operação para as medições: Tensão (AC) e (DC), Resistência e Medidas de Temperatura é necessário inserir a ponta de prova vermelha no terminal de entrada V/ Ω e a ponta de prova preta no terminal de entrada comum. Depois, selecione a chave rotativa para a faixa a qual deseja fazer a medição.



Figura 19. Multímetro Analógico (Real)



Figura 20. Voltímetro digital (Virtual)



Figura 21. Voltímetro Digital (Virtual)

Amperímetro Digital (Virtual)

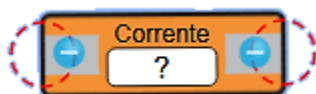


Figura 22. Amperímetro Digital com contato (Virtual)



Figura 23. Amperímetro Digital com contato (Virtual)

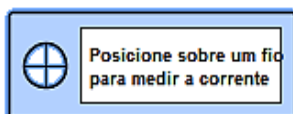


Figura 24. Amperímetro Digital sem contato (Virtual)

Procedimentos para Montagem dos circuitos

Elétricos Resistivos Utilizando o Software

Phet

CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA

Os critérios adotados para intitular o processo avaliativo quantitativo nesse caso, estão fundamentados numa escala de 1 a 3 pontos como mostra a tabela 02, podendo o profissional da área da educação utilizar outros critérios. Se o aluno não conseguiu realizar as atividades assim como não compreendeu a questão, obterá um (1) ponto; mas se por ventura o aluno confundir as informações respondendo de forma incompleta obterá dois (2) pontos; nesses critérios estabelecidos, se o aluno não encontrar nenhum obstáculo, nenhuma complexidade ou dificuldade oferecendo algo mais nas atividades de situação de problema pré-estabelecidos obterá 3 pontos considerado o essencial na pesquisa desenvolvida.

Conceito/desempenho	Habilidade	Ponto
I - Insuficiente – de 1 à 4pts	➤ Não essencial.	1
R - Regular – 5 à 8pts	➤ Essencial	2
B - Bom – de 9 à 12pts	➤ aceitável.	3
	➤ essencial + alguma coisa	

Tabela-02 Critérios de Eficiência dos estudantes/alunos

Nenhum aluno é conceituado como folha de papel em branco. Nessa interpretação

o processo avaliativo do aluno será considerado: “Insuficiente”, numa escala de 1 a 4 pontos nos critérios de desempenho exigido; desta forma o aprendiz que apresentar uma pontuação entre 1-4 pontos, não construiu, não entendeu o problema estabelecido. Nessa mesma linha de raciocínio, serve para os alunos que obtiverem uma pontuação entre 5-8 pontos, nesse estágio o aluno já instruído passa a compreender o problema proposto, constrói o modelo físico, soluciona a questão parcialmente, mas, prováveis desafios embaralham o conhecimento adquirido lhe impossibilitando de resolver o problema por completo.

Além dos critérios já vistos, temos ainda o espaçamento de 9-12 pontos que trás as habilidades dos alunos que adquiriram conhecimento nas etapas anteriores, respondendo de forma explicita, construindo o modelo físico e interpretando a solução do problema.

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

A avaliação diagnostica nesse caso foi direcionada em um quantitativo de 54 estudantes/alunos. Sendo 27 estudantes da 3º Série “A” do Colégio Militar Estadual DR. Luiz Ritter Brito de Lucena e 27 Alunos da 3º Série “302” da Escola Estadual Presidente Tancredo Neves, ficando, os 19 estudantes da 3º Série “C” também do Colégio Militar Estadual DR. Luiz Ritter Brito de Lucena, para termos comparativos sem aplicação do produto.

O diagnostico inicial tem como propósito principal obter informações essenciais ar respeito do conhecimento dos estudantes/alunos como ponto de partida, estabelecendo dessa forma, etapas de orientação no qual chamaremos de base orientadora da ação (BOA) que auxiliará os estudantes/alunos a compreender melhor a atividade de situação de problemas em Física.

Essas orientações serão aplicadas nas turmas da 3º Série “A” da escola militar e 3º Série “302” da Escola Estadual Presidente Tancredo Neves. Esse aspecto de orientação encontra-se interligado ao conjunto de atividades de Situações de

problemas no conteúdo de circuitos elétricos resistivos.

As questões desenvolvidas na avaliação de lápis e papel estão relacionadas com alguns conceitos físicos do dia a dia dos alunos, que envolvem Corrente elétrica, tensão elétrica, resistores série e paralelo, conforme o quadro 01.

1- Quando um equipamento elétrico está em funcionamento, circula por ele uma corrente elétrica constituída pelos elétrons livres do fio condutor. Essa corrente vem do campo elétrico gerando pela diferença de potencial (V) fornecida pela fonte, que pode ser uma pilha ou a rede elétrica residencial. De acordo com seus conhecimentos, defina corrente elétrica.

2- A maioria dos equipamentos elétricos residenciais é alimentada por tensão ou diferença de potencial, também conhecida como voltagem de 110 V ou 220 V. No seu entendimento conceitue diferença de potencial?

3- Nas decorações natalinas, por exemplo, é comum encontramos cordões de pequenas lâmpadas interligadas: cada lâmpada é um resistor, e seu conjunto interligado é um caso de associação de resistores em série. O que acontece quando umas das lâmpadas queimam? Justifique sua resposta.

4- A ligação dos equipamentos em uma residência é feita em paralelo, isto é, os diversos equipamentos-chuveiro, TV, geladeira, lâmpadas etc..., estão todas submetidos à uma diferença de potencial. Sendo assim, o que acontece com as lâmpadas da residência quando uma delas queima? Justifique sua resposta.

Quadro 01: Avaliação Diagnostica – estudantes/alunos

PRIMEIRAS ORIENTAÇÕES - PHET

Nessa fase ao qual chamaremos de fase I os estudantes da 3^o Série “A” do Colégio Militar Estadual DR. Luiz Rittler Brito de Lucena e os Alunos da 3^o Série “302” da Escola Estadual Presidente Tancredo Neves, passaram a obter as primeiras orientações para o desenvolvimento das atividades de situações de problemas (ASP).

O primeiro passo adotado na fase I esta ligada a apresentação do Software Phet que proporciona simulações em Física, principalmente na área de circuitos elétricos resistivos. O Phet propicia um kit de construção de circuitos elétricos em corrente continua chamado “DC”, nesse Kit, consta todos os dispositivos necessários que foram utilizados pelos estudantes/alunos na construção dos circuitos elétricos resistivos em série e paralelo, basta clicar e arrastar o ícone até o plano de montagem do circuito.

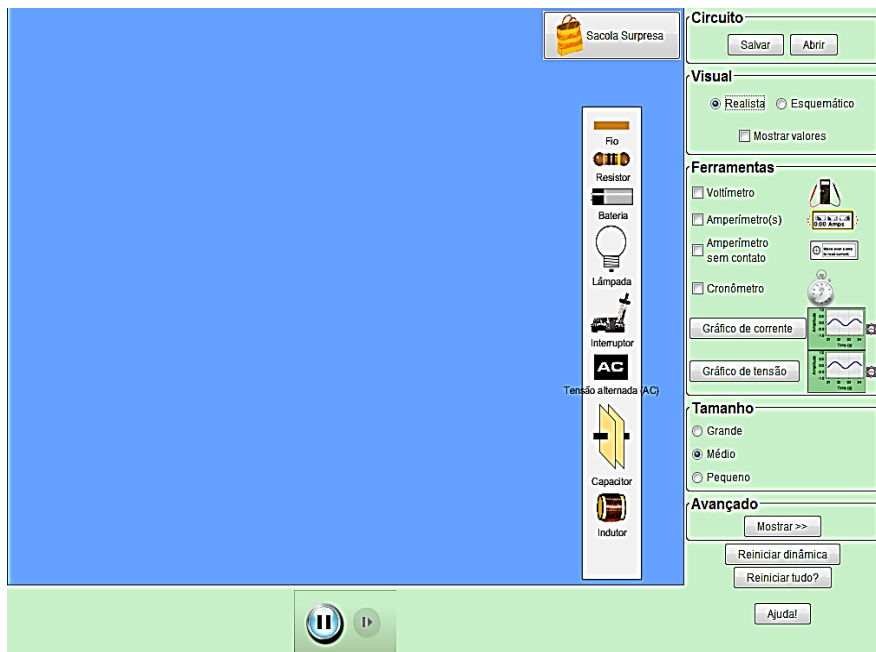


Imagem 01. Plataforma do Phet

As ferramentas que contém o Kit e que foram utilizadas na construção das simulações virtuais dos circuitos elétricos resistivos em série e paralelo são: o voltímetro, o amperímetro com e sem contato com o fio do circuito, fio condutor, resistor, bateria, lâmpada incandescente e interruptor como mostra a descrição dos componentes virtuais e reais.

Visualizando as ferramentas que contém o kit do Phet na (Imagem 01), algumas são diferentes das figuras anteriores devido às atualizações do programa como mostra a (Figura 24 e 25).

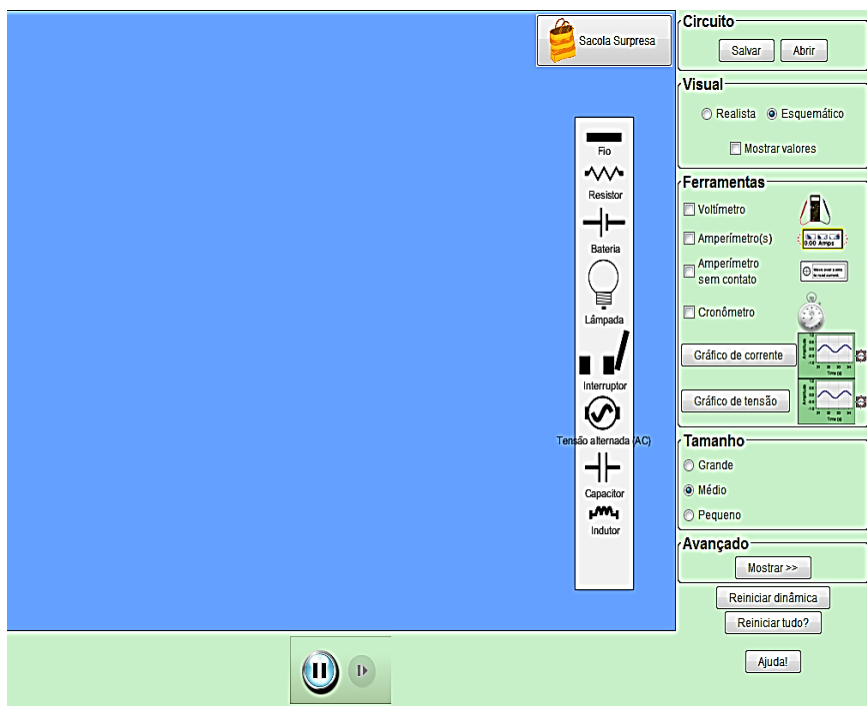


Imagem 02. Plataforma do Phet (Atualizada)

O voltímetro é essencial para medir a diferença de potencial entre dois pontos de um circuito elétrico. O voltímetro requer o uso adequado no seu manejo, sendo conectado ao circuito de forma paralela como mostra a figura 01, e sem cortar nenhum fio do circuito, é necessário que a resistência elétrica do voltímetro seja

muito maior que a resistência dos elementos do circuito entre os pontos nos quais o voltímetro está ligado. Se não for assim a presença do medidor mudará o valor da diferença de potencial que se pretende medir (HALLIDAY, 2012, p. 172).

O amperímetro é um instrumento usado para medir a corrente elétrica em um fio condutor, também requer certo cuidado no seu manejo, sendo interligado em série no circuito como mostra a figura 01. No simulador Phet temos dois tipos de amperímetro; no primeiro precisamos abrir o ou cortar o fio para introduzir o amperímetro no circuito para que a corrente possa passar pelo aparelho. De acordo com o Halliday (2012) “é essencial que a resistência elétrica do amperímetro seja muito menor que todas as outras resistências do circuito; se não for assim, a presença do medidor mudará o valor da corrente que se pretende medir”.

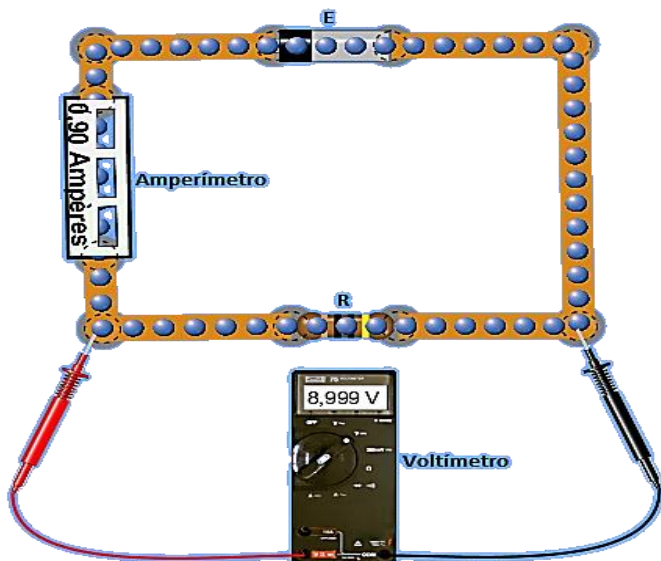


Figura 25. Circuito com uma malha exibindo como ligar um Amperímetro (A) e um Voltímetro (V)

O segundo amperímetro do Kit Software Phet , não precisa abrir ou cortar o fio para introduzi-lo no circuito, basta aproximar o amperímetro do fio na região do circuito a ser medida. Esse instrumento funciona por meio de indução eletromagnética não precisando entrar em contato com o fio.

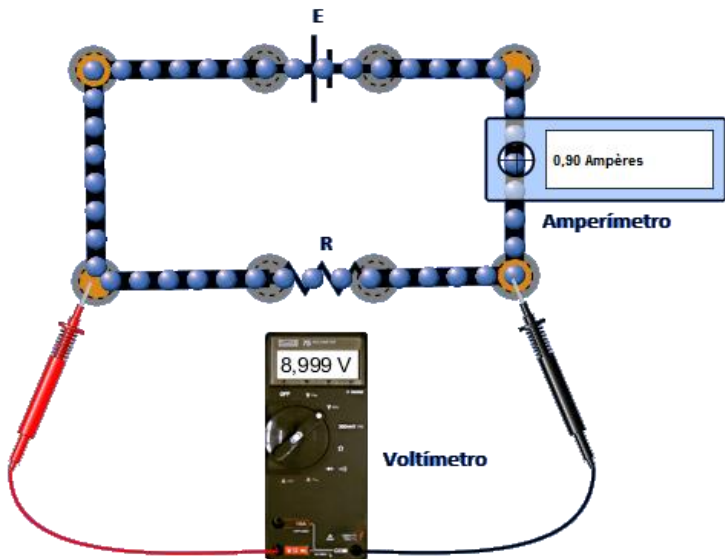


Figura 26. Circuito com uma malha exibindo como ligar um Amperímetro (A) e um Voltímetro (V)

O fio condutor no Kit viabiliza meios de ligações com outros dispositivos a serem conectar no circuito. Sem esse fio fica difícil visualizar o fenômeno elétrico que está ocorrendo no circuito.

O resistor tem por finalidade transformar energia elétrica em energia térmica ou ainda, limitar a intensidade da corrente elétrica no circuito. No Kit Software Phet o valor da resistência elétrica do dispositivo pode ser alterado a qualquer hora, basta clicar com o botão direito do mouse em cima do dispositivo e em seguida clicar em mudar resistência, a partir daí é só alterar o seu valor. Em geral o Software já disponibilizar em seu Kit um valor para cada um dos resistores que é de 10Ω (Ohm).

A bateria que também faz parte do Kit traz consigo um valor fixo de $1,5 \text{ V}$

(volts), porém, esse valor poder ser alterado a qualquer hora da mesma forma que os resistores. E ainda temos a lâmpada incandescente e o interruptor que também fazem parte do Kit Software Phet. A lâmpada incandescente é utilizada na simulação em forma de resistor para verificar e comparar a intensidade luminosa no circuito em série e paralelo, a resistência do filamento da lâmpada disponibiliza um valor de 10Ω (Ohm) que pode ser alterada, basta clicar com o botão direito do mouse em cima da lâmpada e em seguida clicar em mudar resistência, sendo que, as resistências elétricas nesses circuitos não são constantes, devido à lâmpada não ser um resistor ôhmico. E por último temos o interruptor, que é considerado uma chave para acionar ou interromper a passagem da corrente elétrica no circuito.

Essas orientações foram de extrema importância para os estudantes/alunos terem o conhecimento necessário dos dispositivos a serem utilizados na construção dos circuitos elétricos resistivos. A partir daí apresentou-se a base orientadora da ação “BOA” como ponto essencial para se estabelecer o conceito físico.

APLICAÇÃO DA BASE ORIENTADORA DA AÇÃO (BOA) PARA OS CIRCUITOS RESISTIVOS SÉRIE E PARALELO

Em uma associação em série, como mostra a figura 02, a corrente total i que atravessa todos os resistores R_1 , R_2 , e R_3 é a mesma e a tensão V pode ter valores diferentes em cada resistor.

O circuito mostra três resistências ligadas em série a uma fonte ideal de força eletromotriz E . A expressão séries, conforme Halliday (2012, p. 162) compõe exclusivamente que as resistências são ligadas uma em seguida a outra e que uma diferença de potencial V é aplicada aos extremos da ligação.

As resistências então ligadas uma após a outra entre os pontos a e b , e uma diferença de potencial entre os terminais de cada resistência produzem a mesma corrente total i em todas as resistências.

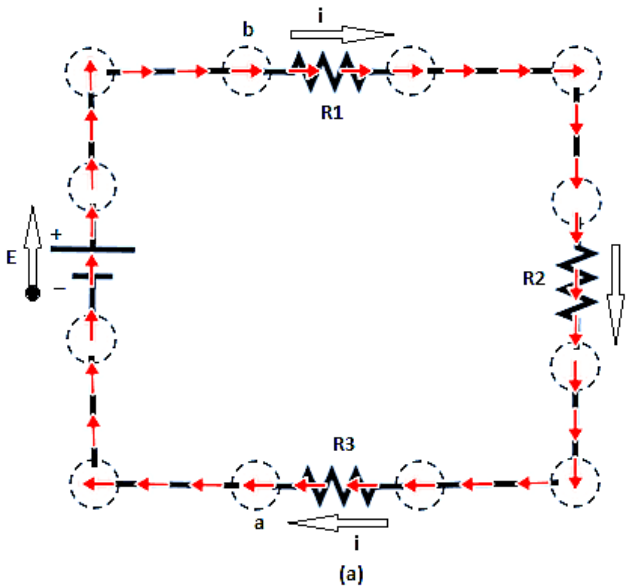


Figura 27 – (a) Associação de resistores em série.

Quando uma diferença de potencial V é aplicada a resistências ligadas em série, a corrente i é a mesma em todas as resistências e a soma das diferenças de potencial das resistências é igual à diferença de potencial aplicada V .

De acordo com o Halliday (2012, p. 162) As resistências ligadas em série podem ser substituídas por uma resistência equivalente R_{eq} percorrida pela mesma corrente i e com a mesma diferença de potencial total V que as outras resistências possuem.

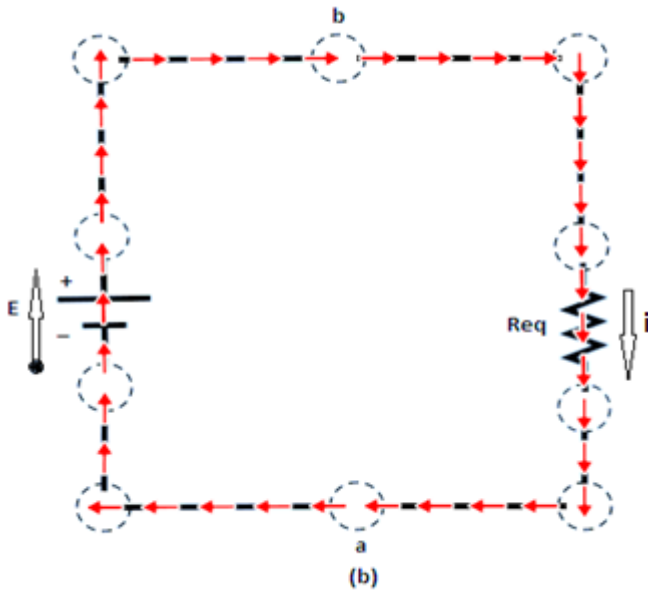


Figura 27- (b). Resistor equivalente

Diante da perspectiva mostrada pela Figura 27-*(b)* que determinar o valor das três resistências equivalente da Figura 27-*(a)*, podemos deliberar o valor da resistência equivalente R_{eq} da Figura 27-*(b)*, aplicando a regra das malhas aos dois circuitos. Conforme Halleday (2012, p. 160) “a soma algébrica das variações de potencial encontradas ao percorrer uma malha fechada é sempre zero”. Na figura 27-*(a)*, começando no ponto *(a)* e percorrendo o circuito no sentido horário obtermos a seguinte expressão:

$$E - iR_1 - iR_2 - iR_3 = 0$$

$$i = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3}$$

A Figura 27-(b) mostra que as três resistências da figura 27-(a) foram substituídas por uma resistência equivalente R_{eq} , dessa forma encontramos a seguinte expressão:

$$E - iR_{eq} = 0$$

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}}$$

Ou ainda igualando as duas expressões, obtemos:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

Para n resistências em série podemos utilizar a seguinte expressão:

$$R_{eq} = \sum_{j=1}^n R_j$$

A associação de resistores em paralelo é utilizada sempre que queremos submeter uma série de equipamentos ou dispositivos à mesma tensão elétrica. Nas instalações domiciliares, todas as lâmpadas e tomadas, geralmente, devem apresentar a mesma tensão, independente das outras estarem ligadas ou não.

Na Figura 28- (a) mostram como os resistores são associados em paralelo, e logo em seguida na Figura 28- (b) a sua resistência equivalente.

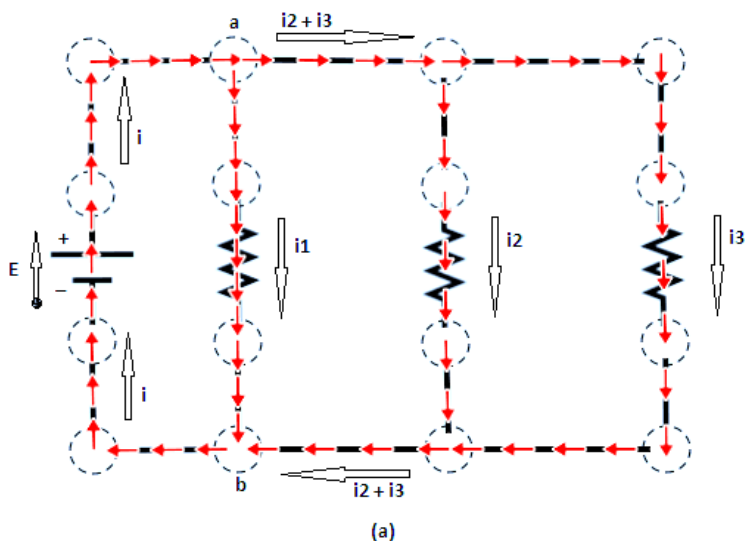


Figura 28-(a). Associação de resistores em paralelo.

O circuito ainda mostra uma fonte de tensão V nos terminais dos resistores que devem apresentar a mesma tensão independente um do outro. Sendo assim, podemos afirmar que “o termo em paralelo significar que as resistências são ligadas entre si de um lado e de outro, e uma diferença de potencial V é aplicada a estas ligações. Assim, a mesma diferença de potencial é aplicada a todas as resistências” (HALLIDAY, 2012, p. 167).

Segundo o Halliday (2012) afirma que, todas as resistências elétricas ligadas em paralelo podem ser substituídas por um único resistor equivalente R_{eq} com a mesma

diferença de potencial V e a mesma corrente total i que as resistências originais.

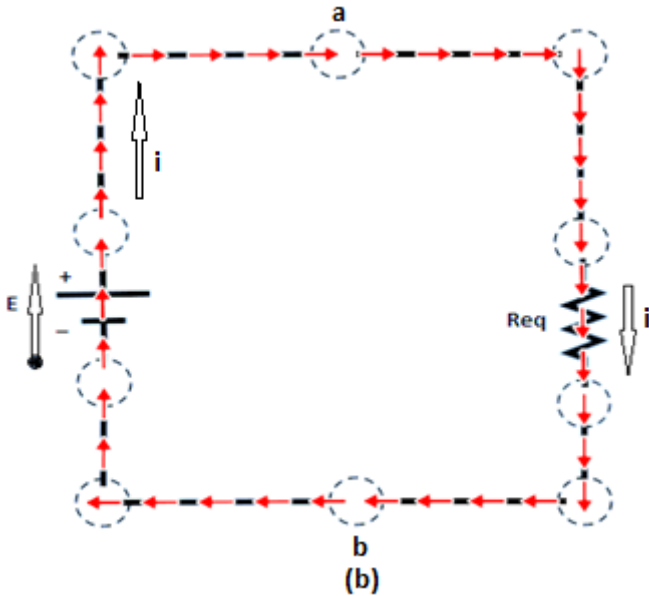


Figura 28-(b) Resistor equivalente.

Aplicando a lei de Ohm para determinar o valor da resistência equivalente R_{eq} , temos:

$$V = R_1 i_1 \rightarrow i_1 = \frac{V}{R_1}$$

$$V = R_2 i_2 \rightarrow i_2 = \frac{V}{R_2}$$

$$V = R_3 i_3 \rightarrow i_3 = \frac{V}{R_3}$$

Desta forma (V) é a diferença de potencial entre os pontos (a) e (b) . Aplicando os preceitos que definem a regra dos nós estabelecendo a seguinte afirmativa, a soma das correntes que sai de um nó é igual à soma das correntes que entram nesse nó (Halliday, 2012, p. 166), ao ponto (a) podemos suprir as correntes por seus valores, possibilitando as seguintes expressões:

$$i_t = i_1 = i_2 = i_3 = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

Se substituirmos as resistências em paralelo pela resistência equivalente R_{eq} , teremos:

$$i_t = \frac{V}{R_{eq}}$$

Comparando as duas equações, obtemos:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Difundindo ainda mais esta sequência de operações matemática, só que agora para n resistências em paralelo, temos:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j} \quad (n \text{ resistências em paralelo})$$

Para casos de associações de resistores de dois resistores em paralelo, a resistência

equivalente R_{eq} é o produto das resistências dividido pela soma:

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

ETAPA MATERIALIZADA

Para a montagem dos circuitos elétricos resistivos, utilizou-se o Software Phet como instrumento de execução nas atividades de situação de problemas para criar os modelos físicos de circuitos elétricos resistivos série e paralelo. O primeiro passo adotado na execução da atividade foi à Associação de Resistores em Série, como mostra o Quadro 02.

Atividade I

- Afira a resistência de cada resistor empregando o instrumento que mede voltagens e corrente, bem como resistência elétrica (Multímetro), arranjando os valores na tabela 03.
- Associe os dois resistores R_1 e R_2 (Fig. 10a) em série, meça a resistência equivalente entre os pontos A e B da associação e coloque este valor na tabela 03.
- Ajuste a fonte para 5,0 V e monte o circuito como mostra a figura 3.2b. Lembrando que você precisará abrir o circuito ao inserir o multímetro para medir a corrente elétrica.
- Meça as tensões entre os pontos A e B (U_{AB}), A e C (U_{AC}) e C e B (U_{CB}) utilizando o multímetro como voltímetro. E coloque estes valores na tabela 03.
- Meça a corrente elétrica i que circula entre os resistores R_1 e R_2 , colocando o amperímetro em série no circuito, e coloque o valor na tabela 03.

- Meça a corrente que circula entre os resistores R_1 e R_2 , colocando o amperímetro entre os dois resistores, e coloque o valor na tabela 03.
- Meça a corrente após esta ter circulado no resistor R_2 , colocando o amperímetro entre R_2 e a fonte de tensão, e coloque o valor na tabela 03.

Quadro 02. Atividade I (Etapa Materializada)

	R(Ω)	U(V)	i(A)
Série	$R_{eq} =$	$U_{AB} =$	$i_t =$
	$R_1 =$	$U_{AC} =$	$i_1 =$
	$R_2 =$	$U_{CB} =$	$i_2 =$

Tabela 03 – Associação de resistores em série

Espera-se que através das questões propostas no (quadro 01) os estudantes/alunos, após as primeiras orientações do PHET e através da base orientadora da ação “BOA”, possam ter condições de realizar todos os procedimentos técnicos para resolver a atividade de situação de problema em Física no conteúdo de circuitos elétricos resistivos.

As questões do (quadro 01) envolvem conceitos básicos em Física de corrente elétrica, voltagens e resistência elétrica, que são de fundamental importância para conceituar o modelo físico a ser construído na plataforma virtual do PHET e que levaram os estudantes/alunos a construírem os circuitos elétricos resistivos e vivenciar a sua própria prática numa realidade muito próxima como mostra a Foto 01, 02, 03 e 04.



Foto 01. Turma 3º Série “302”

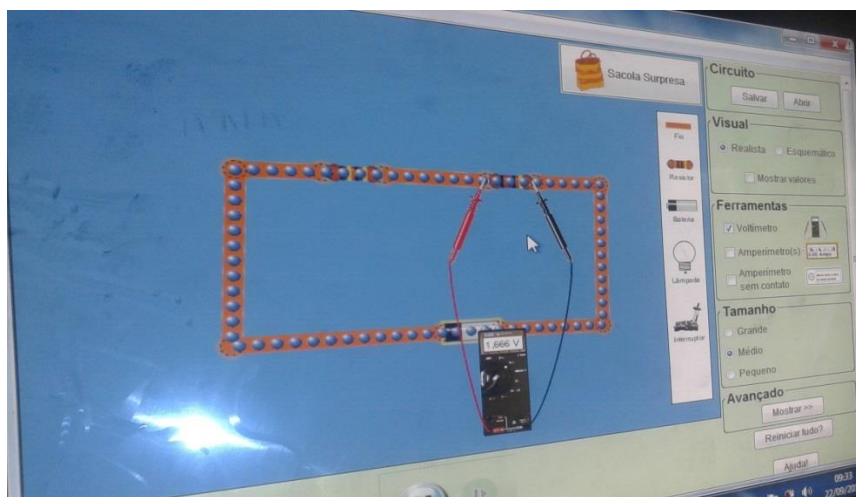


Imagem 03. Circuito Resistivo Série



Foto 02. Turma 3º Série “A”

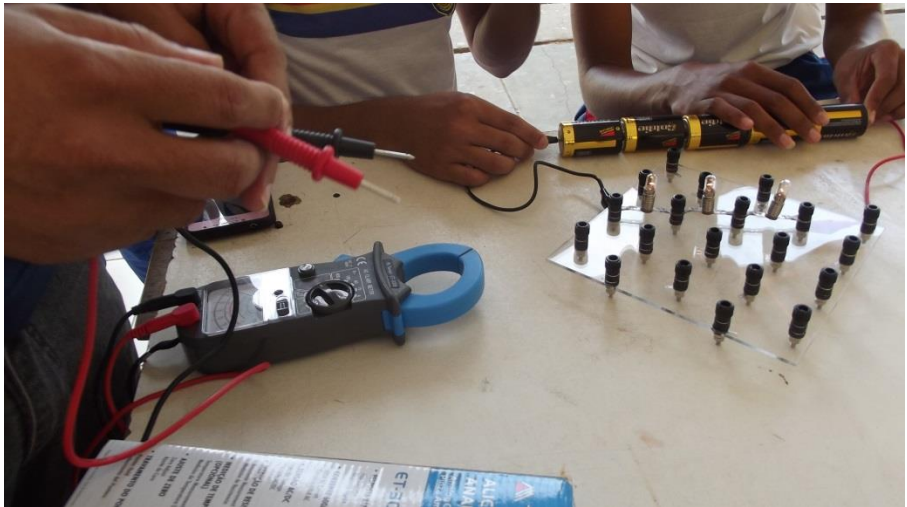


Foto 03. Circuito Resistivo Série

Dessa forma os estudantes/alunos passam a construí o modelo físico conforme a Figura 10-(a) e (b).

Figura 29- (a) Resistores em série.

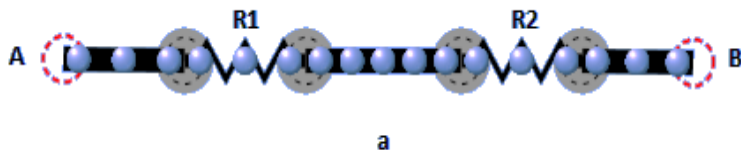
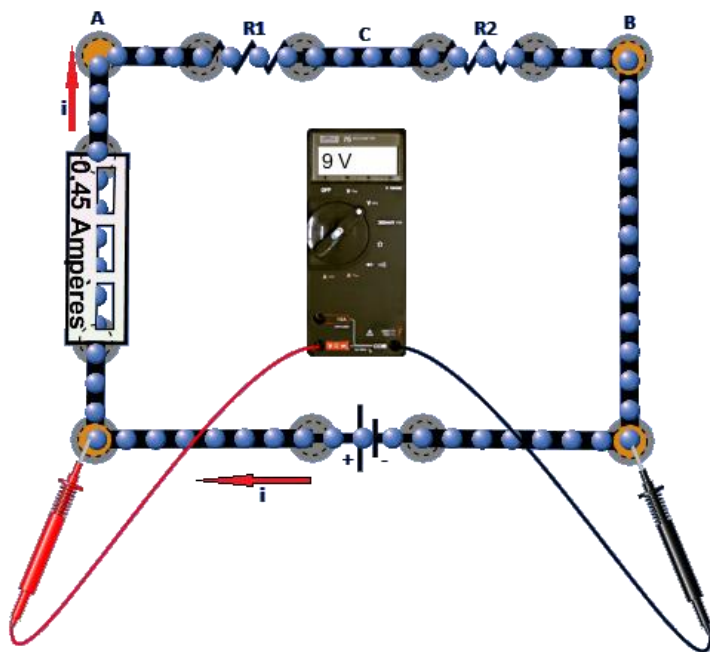


Figura 29- (b) Resistores em série.



A figura 29-(a) e (b) mostra exatamente o procedimento que os estudantes/alunos devem executar para obtenção de êxodo referente às questões propostas no (quadro

02). É de fundamental importância que os estudantes/alunos, sigam as instruções daquilo que se propõe alcançar em cada pergunta.

Seguindo as instruções do (quadro 02) espera-se que os envolvidos na construção do modelo físico passam perceber a importância do multímetro na obtenção dos resultados sem precisam fazer cálculo algum. E através do instrumento de medição possam visualizar exatamente o que dizem os conceitos físicos referentes a esses conteúdos que procura abordar circuitos elétricos resistivos série e paralelo.

Feita a análise do circuito em série, os estudantes/alunos deram início ao próximo passo em busca da construção do modelo físico da etapa materializada que envolve Associação de Resistores em Paralelo como mostra o Quadro 03.

Atividade II

- ✓ Meça a resistência de cada resistor utilizando o instrumento de medição multímetro e coloque os valores na tabela 04.
- ✓ Associe os dois resistores como na (figura 11a) em paralelo e meça a resistência equivalente entre os pontos A e B da associação e coloque este valor na tabela 11. Ajuste a fonte para 5 V e monte o circuito como mostra a figura 11b.
- ✓ Meça a tensão entre os pontos A e B, utilizando os instrumentos de medição multímetro como voltímetro. E coloque este valor na tabela 04.
- ✓ Meça a corrente i utilizando o instrumento de medição amperímetro como mostra a (figura 11b) e coloque este valor na tabela 04.
- ✓ Meça as correntes i_1 e i_2 que circulam nos resistores 1 e 2 e coloque os valores na tabela 04.

Quadro 03. Atividade II (Etapa Materializada)

As questões do (quadro 03) também envolvem conceitos básicos em Física de corrente elétrica, voltagens e resistência elétrica, só que desta vez levaram os estudantes/alunos a construir os circuitos elétricos resistivos paralelos como mostra a Foto 05,06, 07 e 08.

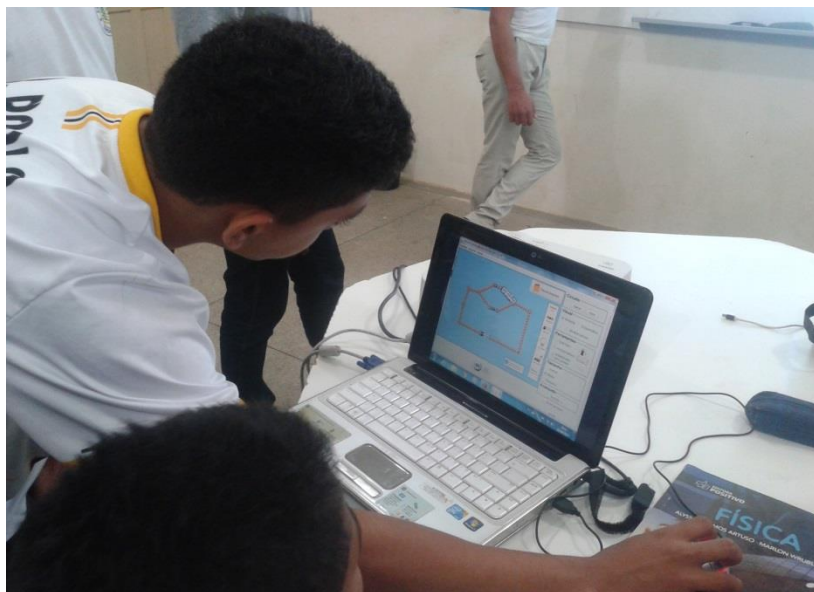


Foto 04. Circuito Resistivo Paralelo

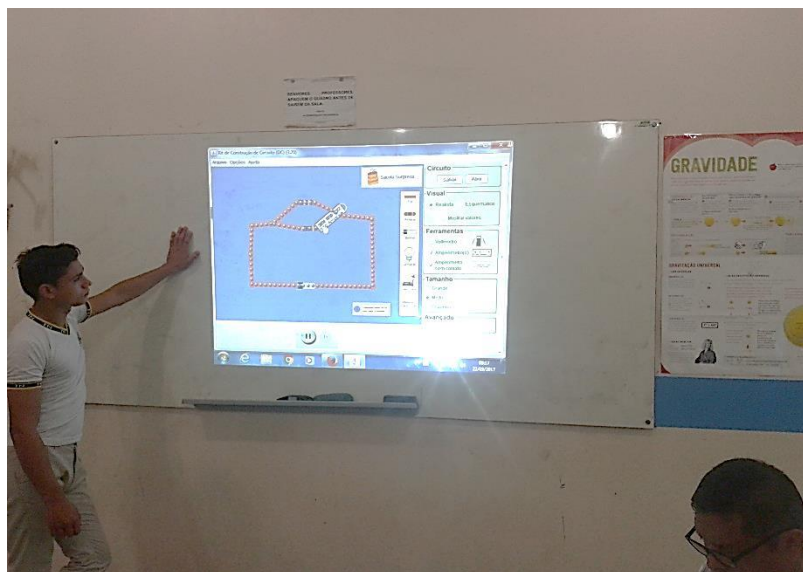


Foto 05. Circuito Resistivo Paralelo



Foto 06. Circuito Resistivo Paralelo

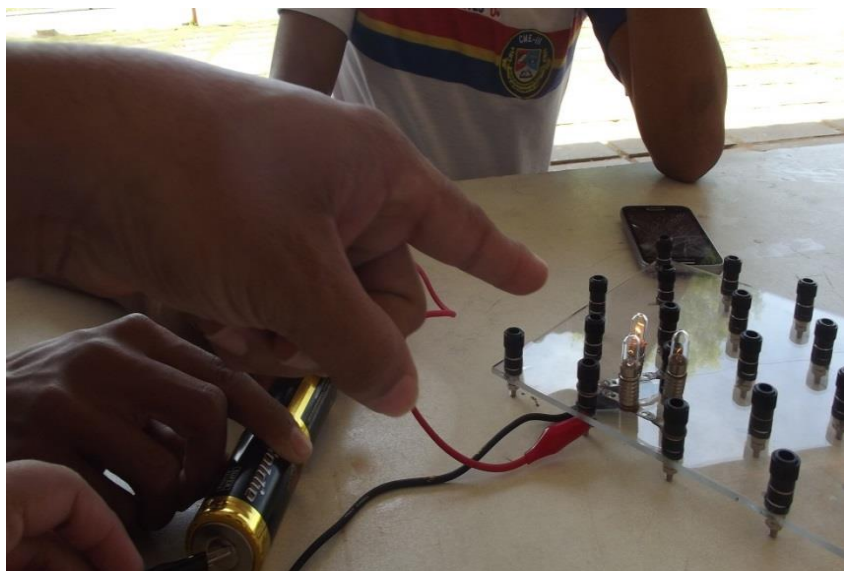


Foto 07. Circuito Resistivo Paralelo

Na mesma linha de raciocínio os estudantes/alunos dão continuidade aos trabalhos conforme as Figuras 30- (a) e (b).

Figura 30 - (a) Associação de dois resistores em paralelo

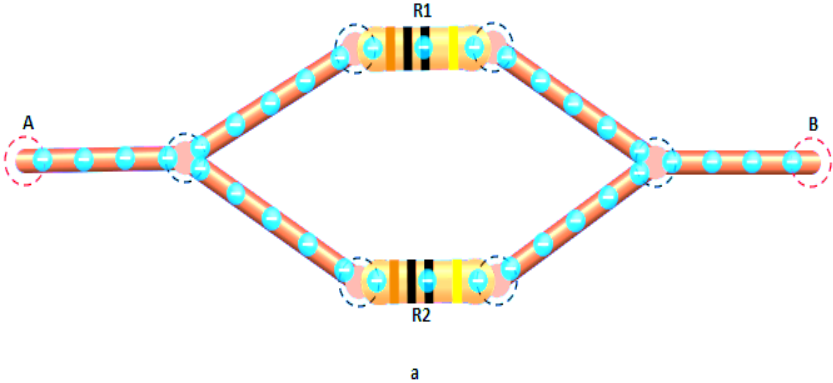


Figura 30 - (b) Medida de corrente e tensão na mesma associação de resistores

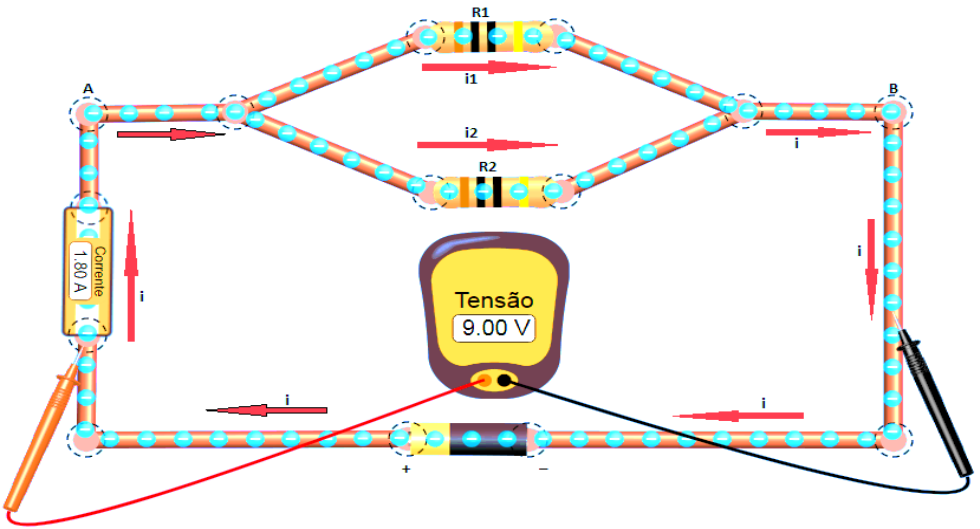


Tabela 04 – Associação de resistores em paralelo

	R(Ω)	U(V)	i(A)
Paralelo	$R_{eq} =$	$U_{AB} =$	$i_t =$
	$R_1 =$		$i_1 =$
	$R_2 =$		$i_2 =$

ETAPA VERBAL

Feito o preenchimento das tabelas 03 e 04 e seguindo as orientações da Base Orientadora da Ação (BOA) os estudantes/alunos passam a interpretar essas soluções (etapa verbal) conforme o quadro 04, todavia, essas interpretações foram demonstradas em forma de seminários pelos próprios alunos.

Interpretação das soluções (Etapa verbal) em forma de seminário

Circuito Série e Paralelo

Atividade 1- Qual a relação entre a resistência equivalente R_{eq} , medida e as resistências da associação em série dos dois resistores, R_1 e R_2 ?

Atividade 1.1- Calcule a resistência equivalente da associação dos dois resistores em paralelo a partir dos valores de tensão e corrente medidos.

Atividade 2- Qual a relação entre a tensão medida nos terminais da associação, U_{AB} , com as tensões U_{AC} e U_{CB} ?

Atividade 2.1- Calcule a resistência equivalente considerando os valores medidos de R_1 e R_2 , e compare com o valor obtido na questão anterior.

Atividade 3- Os valores das correntes medidos foram iguais ou diferentes? Justificar a resposta.

Atividade 3.1- Qual a relação entre a corrente total i_t e as correntes i_1 e i_2 ?

Quadro 04. Interpretações das soluções (Etapa Verbal)

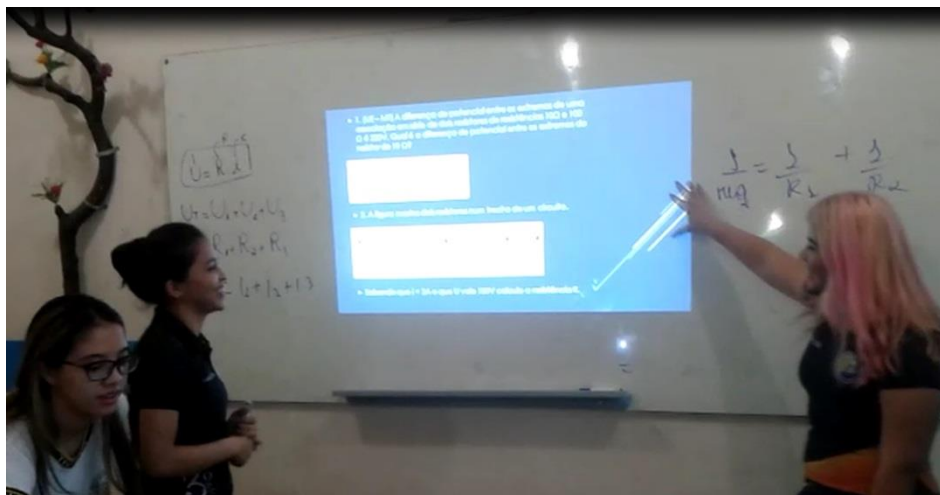


Foto 08. Seminário Turma 3º Séria “302”



Foto 09. Seminário através da Feira de Ciências turma 3 Série “A”

Durante o seminário os estudantes/alunos procuraram interpretar as soluções através do preenchimento das tabelas, fazendo as comparações de acordo com o quadro 04.

Portanto, esse método de ensino possibilita ao profissional da área de ensino de Física ou área distinta, verificar em qual das etapas o estudante/aluno se encontra. Sendo assim, o estudante/aluno não pode ser considerado uma folha de papel em branco, ou seja, em algumas das etapas ele vai se encaixar.

