

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS EM UMA PERSPECTIVA AUSUBELIANA:  
Uma experiência didática com Laboratórios Didáticos e *Peer Instruction* no Instituto Estadual  
Rio Branco

Pedro Francis Pereira

Porto Alegre

2022

Pedro Francis Pereira

ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS EM UMA PERSPECTIVA AUSUBELIANA:  
Uma experiência didática com Laboratórios Didáticos e *Peer Instruction* no Instituto Estadual  
Rio Branco

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Ives Solano Araujo

Porto Alegre  
2022

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>6</b>
2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel	6
2.2. Laboratório Didático de Ciências	7
2.3. Metodologia Peer Instruction	8
2.4. Concepções Alternativas na Área de Circuitos Elétricos	9
<b>3. OBSERVAÇÃO E MONITORIA</b>	<b>10</b>
3.1. Caracterização da Escola	11
3.2. Caracterização das Turmas	12
3.3. Relatos de Observação	13
<b>4. PLANOS DE AULA E RELATOS DE REGÊNCIA</b>	<b>24</b>
4.1. Aula 1 - Apresentação da Unidade Didática	25
4.1.1. Plano de Aula: Aula 1 - Apresentação da Unidade Didática	25
4.1.2. Relato de Regência: Aula 1 - Apresentação da Unidade Didática	26
4.2. Aula 2 - Revisão de Grandezas Elétricas	28
4.2.1. Plano de Aula: Aula 2 - Revisão de Grandezas Elétricas.	28
4.2.2. Relato de Regência: Aula 2 - Revisão de Grandezas Elétricas	31
4.3. Aula 3 - Laboratório Didático: Circuito Série	31
4.3.1. Plano de aula: Aula 3 - Laboratório Didático: Circuito Série	31
4.3.2. Relato de Regência: Aula 3 - Laboratório Didático: Circuito Série	37
4.4. Aula 4 - Circuito Série	39
4.4.1. Plano de aula: Aula 4 - Circuito Série	39
4.4.2. Relato de Regência: Aula 4a - Circuito Série	46
4.4.3. Relato de Regência: Aula 4b - Circuito Série	50
4.5. Aula 5 - Laboratório Didático: Circuito Paralelo	51
4.5.1. Plano de aula: Aula 5 - Laboratório Didático: Circuito Paralelo	51
4.5.2. Relato de Regência: Aula 5 - Laboratório Didático: Circuito Paralelo	55
4.6. Aula 6 - Circuito Paralelo	59
4.6.1. Plano de aula: Aula 6 - Circuito Paralelo	59
4.6.2. Relato de Regência: Aula 6 - Circuito paralelo	64
4.7. Aula 7 - Circuitos Série e Paralelo	68
4.7.1. Plano de aula: Aula 7 - Circuitos Série e Paralelo	68
4.7.2. Relato de Regência: Aula 7 - Circuitos Série e Paralelo	73
4.8. Resultados das Avaliações	78
<b>5. CONCLUSÃO</b>	<b>79</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE A - Questionário Atitudes com Relação à Física</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE B - Cronograma de Regência</b>	<b>84</b>

<b>APÊNDICE C - Apresentação da Unidade Didática</b>	<b>85</b>
<b>APÊNDICE D - Construção do aparato experimental da unidade didática</b>	<b>88</b>
<b>APÊNDICE E - Avaliação 1: Lista de Exercícios sobre Circuito Série</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE F - Material sobre Circuito Série</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICE G - Avaliação 2: Lista de Exercícios sobre Circuito Paralelo</b>	<b>93</b>
<b>APÊNDICE H - Material sobre Circuito Paralelo</b>	<b>94</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho de conclusão de curso consiste em um relatório de planejamento e regência de uma unidade didática sobre circuitos elétricos aplicada na disciplina de Física durante o terceiro bimestre letivo de 2022, no Instituto Estadual Rio Branco em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. O trabalho foi desenvolvido em conjunto com a disciplina de Estágio de Docência em Física III e é um componente curricular obrigatório para a conclusão do curso de graduação de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

A segunda seção apresenta a fundamentação teórica que sustentou a unidade didática, tomando como referência a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, combinada com a metodologia de laboratório didático de ciências e *Peer Instruction* (Instrução pelos Colegas).

A terceira seção é um relato sobre a etapa de observação e monitoria realizada por um período de 20 horas-aula durante o segundo bimestre letivo em três turmas de ensino médio regular noturno: sendo uma turma de primeiro ano, uma de segundo ano e uma de terceiro ano. Nesta seção foram observadas e analisadas as aulas da disciplina de Física, atentando para as características afetivas e cognitivas dos estudantes, o tipo de ensino oferecido pelo professor titular de Física, além das características físicas e recursos pedagógicos disponíveis na instituição. Informações que foram a base do planejamento da unidade didática.

A quarta seção detalha o planejamento e a execução da unidade didática sobre circuitos elétricos aplicada na disciplina de Física da turma de terceiro ano do ensino médio regular noturno, que foi organizada em sete aulas distribuídas ao longo de sete semanas, totalizando 14 horas-aula de regência. Nesta seção, a cada aula apresento o plano de aula contendo os tópicos, objetivos docentes, procedimentos, recursos didáticos e a avaliação planejada para a aula. Em seguida, consta o relato de regência da aula correspondente, no qual descrevo em detalhes como ocorreu a aula, como foi a interação da turma com as atividades propostas e se os objetivos docentes foram alcançados. No fim da seção, são expostos os resultados das duas avaliações escritas que fizeram parte da nota bimestral da disciplina de Física.

Por fim, na conclusão, apresento as considerações finais sobre o período de estágio, as atividades didáticas, as metodologias utilizadas, a participação da turma e a avaliação da experiência na unidade didática.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

A teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, tem como conceito central, como o próprio nome indica, a Aprendizagem Significativa. Nesse tipo de aprendizagem cada nova informação deve se relacionar de maneira não-arbitrária e substantiva a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 2012). Nessa perspectiva, a primeira etapa de qualquer atividade didática deve ser uma investigação sobre as concepções prévias do estudante acerca do conceito a ser discutido, para que a nova informação se ancore nas concepções prévias, atribuindo novos significados. Ausubel define a concepção prévia como “conceito subsunçor” ou simplesmente “subsunçor”.

Um subsunçor pode ser um conceito físico como a Conservação de Carga, que poderá servir como âncora para um novo conhecimento como a conservação da intensidade da corrente elétrica em um determinado circuito. À medida que novas ideias são inseridas na estrutura cognitiva do aprendiz, o subsunçor se torna mais estável e diferenciado, mais rico em significados (MOREIRA, 2012). Dessa forma, quanto mais significados tiver, torna-se mais capaz de servir como ideia-âncora para novos conhecimentos.

Segundo a teoria de Ausubel, a dinâmica da estrutura cognitiva é caracterizada por dois processos principais, que ocorrem simultaneamente:

A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos. [...] A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações (MOREIRA, 2012).

Na diferenciação progressiva, parte-se de uma concepção prévia já presente na estrutura cognitiva do aprendiz para explicar parte de um determinado fenômeno. Apresenta-se, então, sucessivamente uma série de fenômenos relacionados, cuja atribuição de significado se ancora no subsunçor correspondente e depende da incorporação de novos significados diferentes do inicial, tornando o subsunçor mais complexo e capaz de interpretar diferentes situações. Já a reconciliação integradora, que ocorre com menor frequência, integra os significados a fim de formar estruturas consistentes, reduzindo inconsistências.

Existem duas condições essenciais para a aprendizagem significativa: o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve apresentar predisposição a aprender significativamente (MOREIRA, 2012). Para satisfazer a primeira condição, é necessário que o material de aprendizagem tenha significado lógico, que se relacione de maneira não arbitrária com uma estrutura cognitiva apropriada e relevante. Já para a segunda condição, o sujeito que aprende deve querer relacionar os novos conhecimentos de forma não-arbitrária e não literal à sua estrutura cognitiva, modificando-a e enriquecendo-a.

É importante enfatizar aqui que o material só pode ser potencialmente significativo, não significativo: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, pois o significado está nas pessoas, não nos materiais (MOREIRA, 2012).

## 2.2. Laboratório Didático de Ciências

Para Borges (2002), a ciência, em sua forma final, se apresenta como um sistema de natureza teórica, porém é necessário criar oportunidades para que o ensino experimental e o ensino teórico se efetuem em concordância, permitindo ao estudante integrar o conhecimento prático e o conhecimento teórico. O autor também argumenta que “descartar a possibilidade de que os laboratórios tenham um papel importante no ensino de ciências significa destituir o conhecimento científico de seu contexto, reduzindo-o a um sistema abstrato de definições, leis e fórmulas” (BORGES, 2002).

No chamado laboratório tradicional, os estudantes realizam práticas com observações e medidas sobre fenômenos previamente definidos pelo professor (TAMIR, 1991 apud BORGES, 2002). Geralmente os estudantes trabalham em pequenos grupos e, seguindo um roteiro definido pelo professor, testam uma lei científica ou formulam uma relação entre diferentes grandezas. Frequentemente o laboratório é utilizado como um instrumento para ver na prática o que foi estudado nas aulas teóricas. Muitas destas atividades não são relevantes do ponto de vista dos estudantes, já que os procedimentos para resolver a atividade já foram previamente definidos pelo professor e todo o tempo em laboratório é consumido na realização das medidas e na resolução dos cálculos solicitados no roteiro. Desta forma, o laboratório didático pode promover uma aprendizagem mecânica, agregando pouco significado às aulas de Física.

Uma alternativa para tornar as atividades experimentais mais interessantes aos estudantes é iniciar a atividade a partir de uma investigação ou de um problema prático mais aberto, que deverá ser resolvido pelos estudantes sem ter uma direção única apontada por um roteiro fortemente estruturado (BORGES, 2002). Dessa forma, o processo investigativo

do estudante é colocado no centro da atividade didática, tornando imprescindível o seu engajamento e papel ativo na atividade para a resolução do problema proposto. Um problema prático, diferentemente de um exercício, deve ser uma situação desafiadora para a qual não há uma solução simples e imediata que poderia ser resolvida, por exemplo, com a aplicação de uma fórmula.

Segundo Borges (2002), as atividades experimentais na educação em ciências são transposições didáticas com fins pedagógicos que não têm como objetivo central o desenvolvimento científico, mas o desenvolvimento do estudante. Então é necessário definir com clareza os objetivos pedagógicos que se pretende alcançar com as atividades experimentais. O autor defende que as atividades experimentais podem facilitar a compreensão de conceitos científicos, proporcionar técnicas básicas para se relacionar com os objetos tecnológicos do cotidiano e a representar informações em diferentes formas como diagramas, esquemas, tabelas e gráficos.

### 2.3. Metodologia *Peer Instruction*

A metodologia *Peer Instruction* ou Instrução pelos Colegas (IpC) é um método que inicia pelo estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e depois, em sala de aula, o professor apresenta à turma questões conceituais para promover a discussão entre alunos (ARAUJO e MAZUR, 2013).

Em vez de usar o tempo em classe para transmitir em detalhe as informações presentes nos livros-texto, nesse método, as aulas são divididas em pequenas séries de apresentações orais por parte do professor, focadas nos conceitos principais a serem trabalhados, seguidas pela apresentação de questões conceituais para os alunos responderem primeiro individualmente e então discutirem com os colegas (ARAUJO e MAZUR, 2013).

Segundo os autores, as questões conceituais apresentadas pelo professor devem ser respondidas pelos alunos em uma primeira rodada individualmente. Em seguida deve ser feita uma coleta das respostas dos estudantes, utilizando usualmente cartões de votação. Após a primeira coleta, o professor deve optar por explicar a questão e partir para uma nova, abordando um conceito diferente (recomendado caso mais de 70% dos estudantes tenham marcado a resposta correta). Ou agrupar os estudantes em pequenos grupos que deverão ser formados por alunos que votaram em alternativas distintas, solicitando que convençam seus colegas de que a sua alternativa é a correta (recomendado caso o índice de acertos esteja entre 30% e 70%).

A instrução pelos colegas ocorre na discussão das respostas das questões, nas quais os estudantes devem mobilizar os conhecimentos conceituais adquiridos na etapa



expositiva para poder discutir, ouvir e explicar seu ponto de vista para os colegas. Dessa forma o estudante é colocado no centro do processo de aprendizagem, com papel ativo no entendimento dos conceitos físicos. Ao final da discussão entre colegas, o professor deve fazer uma segunda coleta das respostas, verificando as alternativas mais votadas para elaborar uma explicação para a questão que leve em conta o entendimento e as concepções alternativas apresentadas pelos estudantes acerca do fenômeno físico investigado.

#### 2.4. Concepções Alternativas na Área de Circuitos Elétricos

Segundo SILVEIRA (2011), concepções alternativas são concepções com significados errôneos, em conflito com o conhecimento aceito pela comunidade científica. É muito comum que os aprendizes tenham concepções com estas para explicar diferentes fenômenos físicos, provindas de sua experiência prévia no dia a dia ou como fruto de analogias imprecisas que podem prejudicar o entendimento correto da teoria física. No campo dos circuitos elétricos simples, há pesquisas disponíveis nas quais foi realizado mapeamento de concepções alternativas relacionadas às grandezas elétricas envolvidas, além de testes conceituais que podem ser utilizados para verificar o entendimento dos estudantes. Durante a unidade didática, me apoiei sobre estas referências para consultar as concepções mais frequentes e utilizar os testes conceituais.

Algumas concepções alternativas frequentemente apresentadas pelos estudantes na área de circuitos elétricos, segundo DORNELES, ARAUJO e VEIT (2006), podem ser organizadas de acordo com as dificuldades conceituais relacionadas:

Tabela 1: Síntese das dificuldades conceituais e concepções alternativas.

<b>Conceitos</b>	<b>Dificuldades conceituais</b>	<b>Concepções alternativas</b>
Corrente elétrica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compreender que a intensidade da corrente elétrica em um circuito depende das características da fonte, mas também da resistência equivalente do que foi acoplado entre os seus terminais.</li> <li>2. Considerar a conservação espacial da corrente elétrica.</li> <li>3. Reconhecer que a intensidade da corrente elétrica não depende da ordem em que se encontram os elementos no circuito e nem do sentido da corrente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) . . . pensam que a bateria é uma fonte de corrente elétrica constante.</li> <li>b) . . . pensam que a corrente se desgasta ao passar por uma resistência elétrica.</li> <li>c) . . . acreditam que a ordem dos elementos no circuito e o sentido da corrente elétrica são relevantes.</li> <li>d) . . . pressupõem que a fonte fornece os portadores de carga responsáveis pela corrente elétrica no circuito.</li> </ol>

Diferença de potencial	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dificuldades em diferenciar os conceitos: diferença de potencial e corrente elétrica.</li> <li>2. Dificuldades em diferenciar os conceitos de diferença de potencial e de potencial elétrico.</li> <li>3. Deficiência para reconhecer que uma bateria ideal mantém uma diferença de potencial constante entre seus terminais.</li> <li>4. Calcular a diferença de potencial entre pares de pontos ao longo do circuito.</li> </ol>	<p>e) ...pensam que a bateria é uma fonte de corrente elétrica constante e não como uma fonte de diferença de potencial constante.</p> <p>f) ...percebem a diferença de potencial como uma propriedade da corrente elétrica.</p> <p>g) . . . consideram que as diferenças de potencial entre pares de pontos ao longo do circuito permanecem constantes.</p> <p>h) ... associam o brilho de uma lâmpada com o valor do potencial em um dos terminais da lâmpada.</p>
Resistência elétrica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dificuldades para distinguir resistência equivalente de uma parte do circuito e a resistência elétrica de um elemento individual.</li> <li>2. Perceber que a resistência equivalente é uma abstração útil para obter a corrente total ou a diferença de potencial em uma parte do circuito.</li> <li>3. Compreender que as divisões de correntes elétrica em um ponto de junção do circuito dependem da configuração do circuito.</li> <li>4. Entendimento da associação em série de resistores como um impedimento à passagem de corrente; e da associação em paralelo como um caminho alternativo, para a passagem de corrente.</li> <li>5. Identificar associações em série e em paralelo.</li> </ol>	<p>i) ... frequentemente pensam na resistência equivalente no circuito como se fosse uma propriedade de um elemento individual do circuito.</p> <p>j) ... ao determinar como se divide a corrente elétrica em ramos paralelos de um circuito, consideram somente o número de ramos e não as resistências elétricas relativas dos vários ramos.</p> <p>k) ... pensam que se um resistor reduz a corrente por <math>x</math>, dois resistores vão reduzi-la por <math>2x</math>, independentemente do arranjo dos resistores.</p> <p>l) ... consideram que resistores alinhados em série estão associados em série quer haja uma junção ou não entre eles e que resistores alinhados geometricamente em paralelo estão associados em paralelo mesmo se há uma bateria no ramo.</p>

Fonte: DORNELES, ARAUJO e VEIT (2006).

### 3. OBSERVAÇÃO E MONITORIA

A etapa de observação e monitoria foi realizada por um período de 20 horas-aula durante o segundo bimestre letivo no turno da noite no Instituto Estadual Rio Branco, localizado em Porto Alegre - RS.

Foram observadas três turmas de ensino médio regular noturno: sendo uma turma de primeiro ano, uma de segundo ano e uma de terceiro ano. Nesta etapa, realizada na modalidade presencial, as aulas de Física foram analisadas, atentando para as características afetivas e cognitivas dos estudantes, o tipo de ensino oferecido pela instituição através do professor titular de Física, as atividades didáticas e as avaliações.

Também foram verificadas as características físicas e recursos pedagógicos disponíveis na instituição. As informações coletadas serviram como base do planejamento da unidade didática.

### 3.1. Caracterização da Escola

O Instituto Estadual Rio Branco é uma escola pública localizada na Avenida Protásio Alves, no bairro Rio Branco, em Porto Alegre - RS. Foi fundado em 1930, em homenagem ao jornalista, político e diplomata brasileiro Barão do Rio Branco (1845-1912). A escola faz parte da rede estadual de ensino, oferecendo ensino fundamental e médio nos turnos da manhã, tarde e noite (apenas ensino médio). Com cerca de 1285 alunos matriculados em 2021, no ensino médio são doze turmas de primeiro ano, nove de segundo ano e nove de terceiro ano.



Figura 1: Vista Externa do Instituto Estadual Rio Branco.

Fonte: *Google Maps* (2022).

As instalações físicas da escola estão degradadas, são visíveis problemas como pintura desgastada, infiltrações de umidade nas paredes e teto das salas de aula, ferrugem nas grades metálicas e calçadas quebradas. As salas de aula 01, 02 e 03 das turmas observadas medem por volta de oito metros de comprimento e seis de largura, com cerca de 33 mesas para estudantes dispostas separadamente e voltadas de frente para o quadro branco, há três ventiladores para ventilação. Em estantes metálicas no fundo das salas

ficam depositados os livros didáticos do PNLD, que podem ser utilizados pelos alunos em sala de aula durante as aulas, mas não podem ser levados para estudo fora da escola. O Laboratório de Informática possui um quadro branco e 22 computadores com acesso à internet para utilização pelos estudantes. A Sala de Vídeo dispõe de duas mesas longas com 16 lugares cada, 30 *chromebooks* com acesso à internet para utilização pelos estudantes, dois quadros brancos e um projetor multimídia. A escola disponibiliza um *chromebook* por professor, que pode levá-lo consigo para uso profissional.

### 3.2. Caracterização das Turmas

A turma 112 é a única turma de primeiro ano do ensino médio oferecida no turno da noite pela instituição. Possui 32 alunos matriculados e durante o período de observação a presença por aula foi de 8 a 12 alunos. A disciplina de Física ocorre semanalmente com uma carga horária de duas horas-aula, nas terças-feiras das 18h30min às 19h50min.

A turma 209 é a única turma de segundo ano do ensino médio oferecida no turno da noite pela instituição. Possui 32 alunos matriculados e durante o período de observação a presença por aula foi de 8 a 10 alunos. A disciplina de Física ocorre semanalmente com uma carga horária de uma hora-aula, nas quintas-feiras das 21h às 21h45min.

A turma 309 é a única turma de terceiro ano do ensino médio oferecida no turno da noite pela instituição. Possui 24 alunos matriculados e durante o período de observação a presença por aula foi de 3 a 10 alunos. A disciplina de Física ocorre semanalmente com uma carga horária de duas horas-aula, nas quintas-feiras das 19h15min às 20h e 20h15min às 21h, ocorrendo o intervalo das 20h às 20h15min, entre os dois períodos. Essa turma foi escolhida para a regência, devido aos horários serem compatíveis e a carga horária de Física ser de duas horas-aula semanais.

O questionário “Atitudes com Relação à Física” (APÊNDICE A) foi aplicado na turma durante o período de observação e monitoria. Os nove questionários respondidos pelos estudantes revelaram informações importantes sobre o perfil da turma e serviram como base para o planejamento da unidade didática. A idade média dos estudantes é de 18 anos, sendo a menor de 17 anos e a maior de 22 anos. Dois terços dos estudantes trabalham no turno do dia, em profissões como estagiários, assistentes administrativos e assistentes de manutenção. O mesmo percentual (66%) pretende cursar nível superior em instituições de nível superior públicas e privadas de Porto Alegre, o restante se diz indeciso quanto ao seguimento nos estudos. Segundo o professor titular, em função da rotina de trabalho dos estudantes, não é recomendado propor uma grande quantidade de atividades extraclasse.

Sobre a Física, grande parte dos alunos (78%) afirmam que gostam da disciplina e que veem utilidade no seu estudo. Cerca de 55% dos alunos afirmaram que não têm dificuldades na disciplina, as dificuldades relatadas pelo restante da turma se dividem entre os cálculos (33%) e nas leis (12%). Questionados sobre o que poderia melhorar na disciplina, grande parte da turma afirmou que gostaria mais se as atividades tivessem menos cálculos e mais vídeos, além de uma sugestão de permitir a consulta ao caderno nas provas.

### 3.3. Relatos de Observação

**Relato de observação: 1.**

**Data:** 05/07/22 - terça-feira.

**Horário:** 18h30min às 19h50min (2h-aula).

**Turma:** 112 (1º ano).

**Sala:** Laboratório de Informática.

**Alunos presentes:** 12 (8 meninos e 4 meninas).

A turma 112 possui 32 alunos matriculados e, segundo o professor de Física, o número de alunos que comparecem à aula gira em torno de dez a doze. A aula iniciou com cinco alunos presentes, outros sete chegaram até o final do primeiro período. O professor iniciou a aula explicando que a aula seria destinada à entrega de atividades pendentes e que alguns estudantes ainda não tinham entregue. Durante a aula, os alunos realizaram suas atividades em silêncio. Alguns entregaram seus trabalhos, que foram prontamente avaliados pelo professor. Os alunos que já tinham todas as tarefas entregues aproveitaram o tempo para realizar atividades de outras disciplinas, navegar na internet utilizando o computador do Laboratório de Informática ou utilizar o celular.

As notas dos alunos são disponibilizadas em um portal virtual, que pode ser acessado utilizando um endereço de e-mail criado pela Secretaria de Educação. Neste mesmo ambiente virtual, há um repositório de material, como textos e apresentações de *slides*, além de links para avaliações no formato formulários *google* que o professor realiza.

A falta de assiduidade e pontualidade dos estudantes chamou atenção na aula observada, é um obstáculo que deve impactar seriamente a regência na turma 112.

**Relato de observação: 2.**

**Data:** 07/07/22 - quinta-feira.

**Horário:** 19h15min às 20h e 20h15min às 21h (2h-aula).

**Turma:** 309 (3º ano).

**Sala:** Laboratório de Informática.

**Alunos presentes:** 8 (4 meninos e 4 meninas).

A turma 309 possui 24 alunos matriculados, o número de alunos presentes em cada aula fica em torno de oito alunos, segundo o professor de Física. A aula iniciou com sete alunos presentes, mais um aluno que chegou atrasado. A aula inteira foi destinada à entrega das atividades pendentes que alguns alunos não tinham entregue. Durante a aula, em particular a mim, o professor relatou que a dinâmica da sala de aula no turno noturno é diferente do diurno, é mais lenta e menos intensa. A maior parte dos alunos tem dificuldades de aprendizagem, financeiras ou ambas. Segundo ele, a maior dificuldade enfrentada em sala de aula é o não comparecimento dos alunos nas aulas. Não são feitas provas na disciplina de Física, as avaliações do bimestre consistem em duas atividades individuais: um questionário virtual de dez questões de múltipla escolha do tipo *google forms* e uma lista de exercícios impressa com dez questões de múltipla escolha ou resposta curta. As duas atividades podem ser realizadas de forma assíncrona e com consulta.

O questionário digital da turma 309 intitulado “Avaliação Resistência Elétrica - 2º Bimestre” consistiu em dez questões de múltipla escolha. Destas, seis questões eram conceituais, como:

Questão: “1. Resistência é uma grandeza relacionada:”

Resposta correta: “c) à dificuldade que as cargas elétricas encontram ao atravessar um condutor.”

Além de quatro questões simples de cálculo, como:

Questão: “5. Uma ddp de 72 V foi aplicada a um resistor, resultando na formação de uma corrente elétrica de 6 A. Indique o valor da resistência elétrica desse resistor:”

Resposta correta: “c) 12  $\Omega$ ”.

A lista de exercícios impressa da turma 309 intitulada “Atividade 1 - 2º Bimestre” consistiu em dez questões sobre carga elétrica e corrente elétrica. Destas seis questões eram conceituais, como:

Questão: “9. Corrente elétrica, em um condutor metálico é o movimento”

Resposta correta: “d) ordenado dos portadores de carga elétrica, sendo o fluxo dos portadores, num determinado sentido, dependente do campo elétrico aplicado.”

Além de quatro questões simples de cálculo, como:

Questão: “1. Seja  $\Delta Q = 36 \text{ C}$ , a carga elétrica que atravessa uma seção reta de um condutor metálico durante um intervalo de tempo  $\Delta T = 20 \text{ s}$ . Determine a intensidade da corrente elétrica que percorre o condutor nesse intervalo de tempo.”

Resposta correta: “ $I = 1,8 \text{ A}$ ”.

O sistema de notas do bimestre é numérico de 0 a 10, com a média mínima para aprovação 6,0. Na disciplina de Física, a média do bimestre (M) é a média simples das duas atividades do bimestre: o questionário virtual (Q) e a lista de exercícios (L), de forma que  $M=(Q+L)/2$ . A média anual, calculada para aprovação no ano letivo, consiste na média simples das notas dos quatro bimestres.

Durante os dois períodos de aula, os alunos permaneceram a maior parte do tempo em silêncio, utilizando os computadores, seus cadernos e o celulares, alguns utilizavam fones de ouvido. A entrada e saída de alunos na sala de aula ocorreu livremente, sem a necessidade de autorização do professor. A utilização de metodologias ativas que coloquem os estudantes no centro do processo pedagógico é uma alternativa importante para melhorar o interesse e a participação dos alunos nas aulas.

**Relato de observação: 3.**

**Data:** 07/07/22 - quinta-feira.

**Horário:** 21h às 21h45min (1h-aula).

**Turma:** 209 (2º ano).

**Sala:** Laboratório de Informática.

**Alunos presentes:** 8 (4 meninos e 4 meninas).

A turma 209 possui 16 alunos matriculados, a presença em cada aula fica em torno de oito alunos, segundo o professor. A aula iniciou com oito alunos presentes, nenhum aluno chegou atrasado. O professor anunciou que a aula seria destinada à entrega das atividades pendentes. Alguns estudantes realizaram as atividades de Física e de outras disciplinas, enquanto outros utilizaram o computador e seus celulares. Havia bastante conversa em um grupo de quatro alunos, que discutiam as tarefas de Física e Matemática, trocando as respostas das atividades.

O professor informou aos estagiários que a segundo ano conta com apenas um período de Física por semana, o que dificulta muito a passagem de conteúdos.

**Relato de observação: 4.**

**Data:** 12/07/22 - terça-feira.

**Horário:** 18h30min às 19h50min (2h-aula).

**Turma:** 112 (1º ano).

**Sala:** 03.

**Alunos presentes:** 9 (5 meninos e 4 meninas).

A aula iniciou com cinco alunos presentes, mais quatro alunos chegaram atrasados gradualmente ao longo dos primeiros 30 minutos. No início da aula, o professor se dirigiu à turma e cedeu o primeiro período para a estagiária, que deve assumir a regência da turma no mês de agosto, aplicar seu questionário “Atitudes com Relação à Física”. A estagiária se apresentou à turma e entregou as folhas dos questionários para os estudantes. Nos primeiros minutos da atividade, a turma permaneceu em silêncio, alguns alunos perguntaram pequenas dúvidas com relação às questões. Os alunos atrasados receberam questionários à medida que foram chegando à aula. Um aluno entrou na sala trazendo um cachorro-quentes e dividiu sua classe entre a atividade e o lanche. Aproveitei para verificar os livros didáticos, dispostos em estantes metálicas no fundo da sala.

Em particular a mim, o professor se queixou da qualidade dos últimos livros didáticos do PNLD, relatou que costumava utilizar os livros em outros anos, porém deixou de utilizar após a aglutinação das disciplinas de Física, Química e Biologia na área de Ciências da Natureza. A principal crítica feita por ele é a falta de conteúdo disciplinar de Física no livro.

À medida que os estudantes terminaram, houve mais conversa e barulho na turma. Das três turmas observadas, a primeiro ano parece ser a mais agitada. O aluno C se dirigiu a mim com curiosidade, perguntando se eu estudava Física. Respondi que sim, e ele prontamente riu e acenou “não” com a cabeça, disse que era difícil demais para ele e que não conseguia entender os cálculos.

No segundo período de aula, o professor fez uma exposição no quadro branco sobre MRUV - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado. O quadro foi dividido em três colunas. Utilizando canetas de diferentes cores, o professor colocou na primeira coluna as equações da distância percorrida e da velocidade média do MRUV. Na segunda coluna, uma tabela com as unidades de medida de tempo (segundo e hora), distância (metro e quilômetro), velocidade (metro por segundo e quilômetro por hora) e aceleração (metro por segundo ao quadrado). Na terceira coluna, o professor escreveu um exemplo simples no qual era solicitado calcular a velocidade média de um trajeto, já com sua resolução. Não houve explanação oral, apenas escrita no quadro. A maior parte dos estudantes copiou a matéria em silêncio. Alguns não copiaram e, ao final da aula, pediram autorização do professor para fazer fotos do quadro, que foi concedida. A aula encerrou com o som do sinal.

A interação com o aluno C evidenciou uma concepção comum entre os estudantes de ensino médio, situação discutida em alguns momentos no curso de Licenciatura em Física: o afastamento dos estudantes das áreas científicas, que ocorre já na educação básica. Apesar de estar no primeiro ano e provavelmente ter tido apenas alguns meses de contato com a disciplina de Física, o estudante já expressava ser incapaz de entendê-la ou seguir uma carreira nessa área. Um desafio para mim como professor é encontrar alternativas para reverter este cenário e reduzir esse tipo de mentalidade.



Observei que as três turmas do turno noturno não estão habituadas a utilizar o livro didático na disciplina de Física. Em uma leitura breve do livro de Ciências da Natureza para segundo ano do ensino médio disponível na sala, observei que se trata de um livro de projetos integradores, com sete propostas com diferentes enfoques. Como bibliografia básica, não vejo vantagem em utilizar este tipo de livro, porém seus projetos integradores podem ser úteis para procurar contextualizações e situações problema para auxiliar na montagem da unidade didática.

**Relato de observação:** 5.

**Data:** 14/07/22 - quinta-feira.

**Horário:** 19h15min às 20h e 20h15min às 21h (2h-aula).

**Turma:** 309 (3º ano).

**Sala:** 01.

**Alunos presentes:** 3 (meninos).

A aula iniciou na Sala 01 com dois alunos presentes, dos quais um era novo na escola, vindo de outra instituição de ensino. A atividade prevista para a aula era a prova de recuperação, que consistia em uma lista impressa de dez exercícios sobre resistência elétrica, semelhante à lista de exercícios que foi atividade durante o bimestre. Como nenhum dos dois alunos necessitava de recuperação, o professor cedeu o tempo para eu aplicar o questionário “Atitudes com Relação à Física” (APÊNDICE A). Primeiramente me apresentei aos estudantes e expliquei em linhas gerais como funciona o estágio de docência, para depois entregar as folhas do questionário. Os alunos passaram a responder às questões em silêncio.

Em particular a mim, o professor relatou que outros alunos da turma não tinham realizado as atividades durante o bimestre e necessitavam da recuperação, mas não compareceram à aula. Um terceiro aluno chegou atrasado, este era o único dos presentes que necessitava fazer a recuperação. O professor orientou que ele primeiramente respondesse ao meu questionário, para depois fazer os exercícios de recuperação. Ele respondeu rapidamente o questionário com respostas curtas, entregou a folha a mim e passou a fazer a recuperação. Os outros dois estudantes entregaram nos minutos seguintes.

O sinal soou às 20 horas, horário do intervalo. O professor orientou os alunos a se dirigirem à Sala de Vídeo após o intervalo, para o período seguinte. Após o intervalo, apenas os dois estudantes que não necessitavam de recuperação retornaram, o terceiro não. Neste período, não houve realização de nenhuma atividade pelos estudantes, que ficaram livres

para utilizar o celular, escutar música e navegar na internet utilizando os *chromebooks* da Sala de Vídeo. O professor realizou o fechamento de notas no computador.

O não comparecimento dos estudantes à aula de recuperação mesmo tendo a necessidade de realizá-la pode ser devido a dificuldades domésticas, desinteresse, ou até desilusão com a escola. Considero a desistência como um desafio maior do que a insuficiência de notas.

**Relato de observação: 6.**

**Data:** 14/07/22 - quinta-feira.

**Horário:** 21h às 21h45min (1h-aula).

**Turma:** 209 (2º ano).

**Sala:** Sala de Vídeo.

**Alunos presentes:** 8 (4 meninos e 4 meninas).

A aula iniciou com oito alunos presentes, que entraram bastante agitados e se sentaram nas mesas da sala de vídeo. Queixaram-se ao professor de Física, dizendo que o professor de História dera uma atividade muito longa para que fosse realizada no período anterior. A atividade consistia em um conjunto de dez questões dissertativas que deveriam ser respondidas no caderno. A aula de Física era destinada à prova de recuperação, porém o professor de Física constatou que todos os estudantes presentes já tinham entregue as atividades da disciplina, então cedeu o período para que continuassem a atividade de História.

Cinco estudantes sentaram-se separadamente e realizaram a atividade individualmente, enquanto outros três, um menino e duas meninas, sentaram-se lado a lado e conversaram muito durante a execução da atividade. Notei que eles fizeram uma divisão do trabalho e forneciam o caderno para o colega copiar as questões já respondidas. A sensação que tive era de que a atividade estava sendo realizada de forma muito mecânica, os estudantes copiavam prontamente as respostas do colega, sem discutir ou opinar. As únicas dúvidas eram em relação a algumas palavras que não entendiam a caligrafia. É necessário buscar contextualizações e metodologias que valorizem a criatividade dos estudantes para evitar que a escola o processo de ensino-aprendizagem seja mecânico e sem significado para os estudantes.

**Relato de observação: 7.**

**Data:** 19/07/22 - terça-feira.

**Horário:** 19h às 20:30min (2h-aula).

**Turma:** 112, 209 e 309.

**Sala:** Sala dos professores.

**Alunos presentes:** Não se aplica.

A noite do dia foi dedicada ao conselho de classe do 2º bimestre letivo: os professores se reuniram na sala dos professores e todos os alunos das três turmas não deveriam comparecer à escola nesse dia. Compareceram quatro professores, três professoras, a supervisora do turno da tarde e o vice-diretor da escola. A escola não conta com supervisor no turno da noite, cuja contratação está pendente. A diretora e o vice-diretor da escola revezam as noites cumprindo o papel de supervisor. Todos utilizaram seus *chromebooks* para consultar informações durante o conselho.

A discussão sobre a turma 112 ocorreu das 19h às 19h40min. Segundo os professores, há um grupo de aproximadamente quinze alunos que comparece às aulas assiduamente e se esforça nas atividades. Há problemas sérios de frequência na turma, mas ainda sim é a melhor frequência das três turmas de ensino médio noturno. Há, por parte dos alunos, dificuldades de acesso à plataforma virtual *google classroom*, o que prejudica as avaliações de algumas disciplinas que são realizadas através da plataforma. A plataforma de registro de frequência e lançamento de notas Escola RS monitora a frequência dos estudantes e cancela automaticamente as matrículas dos estudantes que atingirem um determinado índice de faltas. No 2º bimestre, vários estudantes da turma 112 tiveram suas matrículas canceladas devido ao não comparecimento às aulas. Há transferências de estudantes do Instituto Estadual Rio Branco dos turnos manhã e tarde para o turno da noite, nesse caso as notas dos bimestres são corretamente importadas. Porém, quando estudantes de outras instituições ingressam na escola, o mesmo não ocorre. Houve um acordo para que nos casos em que não consta no sistema a nota do 2º bimestre, os professores iriam repetir a nota do 3º bimestre para o 2º.

A discussão sobre a turma 209 ocorreu das 19h40min às 20h. Segundo os professores, um grupo de oito alunos comparece assiduamente às aulas. A turma é considerada agitada, com dificuldades de falta de atenção e interpretação de questões.

Sobre a turma 309, os professores afirmaram que são comuns atrasos nos primeiros períodos de aula, de forma que o professor do primeiro período fica muito prejudicado devido à ausência de muitos alunos na primeira metade da aula. A turma é considerada unida, contando com um grupo de *WhatsApp* de apoio entre os estudantes. A postura dos alunos é descrita como passiva e silenciosa, devido ao cansaço dos estudantes que em sua maioria trabalham durante o dia. A bagunça não é considerada um problema na turma, mas vários estudantes que comparecem às aulas estão com notas baixas devido à não entrega de atividades.

O vice-diretor colocou em evidência a questão de toques de recolher impostos por líderes do tráfico em certos bairros de Porto Alegre, situação que vem sendo recorrente por causa dos inúmeros casos de violência e disputa entre facções. Quando é imposto o toque de recolher, é proibido circular nas ruas das comunidades depois das 22h, o que obriga os estudantes da escola que moram nesses bairros a deixar a escola por volta das 21h para voltarem para casa. Quando for informado o toque de recolher em um determinado dia, a recomendação aos professores é de liberar os estudantes que solicitarem a saída antecipada. Não é necessário confirmar a existência do toque de recolher ou o endereço de moradia do estudante que solicitar a saída.

O conselho de classe foi encerrado às 20h30min. Observei que os problemas de atrasos e assiduidade estão presentes em todas as turmas, aspecto que já tinha sido relatado pelo professor titular de Física. Atrasos de estudantes no primeiro período não devem afetar diretamente a minha regência, pois a turma 309 de regência terá horário no segundo e terceiro período da noite. É interessante encontrar recursos didáticos e estratégias pedagógicas que chamem a atenção dos estudantes da turma 309, propondo uma atitude ativa de ensino-aprendizagem.

**Relato de observação:** 8.

**Data:** 21/07/22 - quinta-feira.

**Horário:** 18h30min às 20h (2h-aula).

**Turma:** 112, 209 e 309.

**Sala:** Sala de Vídeo.

**Alunos presentes:** Turma 112: 2 (meninas). Turma 209: 1 (menino). Turma 309: 3 (meninos).

A aula foi a última antes do recesso escolar de julho e consistiu em um período de carga horária reduzida das 18h30min às 20h. Não houve registro de presença. O único professor presente na escola era o professor de Física, que permaneceu na Sala de Vídeo o tempo todo, à disposição de alunos que necessitassem de algum atendimento. A professora de Química deixou uma atividade impressa de uma folha, que foi entregue a todos os estudantes, independente do ano. A atividade consistia em escolher um eletrodoméstico e pesquisar a sua história, a data de entrega era no fim do mês de agosto. A maior parte dos alunos pegaram a folha da atividade e foram para casa.

Uma aluna do primeiro ano e um aluno do terceiro ano manifestaram, em momentos distintos, frustração em ter comparecido à escola e não ter tido aula, principalmente em função do gasto de passagem de ônibus. Acredito que a instituição deveria ter um canal

claro de comunicação para informar dias em que a presença é facultativa para evitar esse tipo de transtorno aos estudantes.

**Relato de observação:** 9.

**Data:** 02/08/22 - terça-feira.

**Horário:** 18h30min às 19h50min (2h-aula).

**Turma:** 112 (1º ano).

**Sala:** 03.

**Alunos presentes:** 9 (6 meninos e 3 meninas).

A aula iniciou às 18h30min com sete alunos presentes, até a metade da aula mais dois alunos entraram. O professor titular de Física informou que a professora de Língua Portuguesa não compareceria à escola e, portanto, ele ficaria responsável pela turma 112 nos dois períodos de Física e nos dois períodos seguintes, correspondentes à aula de Língua Portuguesa.

O professor de Física solicitou a uma aluna o seu caderno para ele verificar qual foi o último conteúdo apresentado na aula passada. Depois, escreveu no quadro branco a distância percorrida no MRUV, inserindo as equações da distância percorrida e da velocidade média no MRUV. Após completar a escrita, o professor realizou a explicação oral sobre o tópico, houve a necessidade de chamar a atenção de estudantes que estavam conversando durante a explicação. Apenas uma aluna copiou a matéria no caderno, três alunos utilizavam o celular, outro aluno ouvia música em fones de ouvido em volume tão alto que era possível escutar a música em toda a sala.

Após explanar as equações, em uma segunda coluna no quadro branco, o professor registrou três exemplos de cálculo de velocidade média e distância percorrida no MRUV. O primeiro tratava-se de um corredor em aceleração uniforme, cuja velocidade foi de 0 m/s a 10 m/s em 20 segundos, o exercício solicitava o cálculo da velocidade média e da distância percorrida pelo corredor. Percebi que o exemplo estava descontextualizado, pois o problema tratava a aceleração constante como algo que um corredor poderia atingir, quando na verdade é um processo difícil de ser alcançado com precisão por um ser humano. Os próximos exemplos eram parecidos, também de aplicação direta das equações. Todos os exemplos foram dados seguidos da sua resolução.

Observei a necessidade de se manter um registro do andamento da sequência didática, pois o professor contou com o caderno de uma estudante para alinhar os próximos conteúdos. Visto que a assiduidade dos estudantes na escola é fraca, e nem todos copiam o conteúdo do quadro, é importante que o professor tenha esse registro em suas anotações.

Sobre os três exemplos, observei que o professor escreveu todo o enunciado e a resolução dos três exemplos em silêncio e depois realizou a explicação oral. Considero que seria mais didático escrever apenas o enunciado, enunciar a pergunta, questionar os estudantes e depois construir a resolução com participação oral da turma. O professor comentou aos estagiários que não passaria a equação horária da posição do MRUV devido a sua maior complexidade, uma referência que pode ser usada no planejamento das atividades.

**Relato de observação:** 10.

**Data:** 04/08/22 - quinta-feira.

**Horário:** 19h15min às 20h (1h-aula).

**Turma:** 309 (3º ano).

**Sala:** 01.

**Alunos presentes:** 9 (6 meninos e 3 meninas).

O professor titular de Física não pode comparecer à escola no dia, deixando uma lista de exercícios para a turma 309, que seria acompanhada pelo vice-diretor. A aula iniciou às 19h15min, com a entrega da lista aos estudantes. A lista consistiu em uma folha impressa, na primeira coluna os conceitos e equações da Lei de Ohm e da potência elétrica, na segunda coluna seis exercícios de cálculo, sendo quatro sobre a Lei de Ohm e dois sobre potência elétrica. A atividade deveria ser entregue como a primeira avaliação do bimestre, porém não foi especificada a data de entrega.

Metade dos estudantes iniciou a resolução da lista, a outra metade utilizou o celular ou conversou durante a aula. Fiquei disponível para auxiliar os estudantes em suas dúvidas. Várias dificuldades eram em aplicar a equação da Lei de Ohm quando a variável de interesse não estava em evidência. Os alunos procuravam na folha uma equação na qual a grandeza de interesse: resistência, tensão ou corrente já estivesse em evidência no lado esquerdo da equação, para só então resolver o cálculo. Também havia dificuldade em diferenciar as grandezas uma da outra, portanto escrevi no quadro os conceitos das três grandezas e fiz uma explicação oral. Era frequente que os alunos não escrevessem a resolução dos problemas, tentando acertar diretamente o resultado final da conta. Para evitar os erros apresentados, recomendei que escrevessem as equações, reconhecessem e anotassem sempre as unidades de medida, apresentando-as em todos os cálculos.

**Relato de observação:** 11.

**Data:** 11/08/22 - quinta-feira.

**Horário:** 19h15min às 20h e 20h15min às 21h (2h-aula).

**Turma:** 309 (3º ano).

**Sala:** 01.

**Alunos presentes:** 10 (5 meninos e 5 meninas).

O professor de outra disciplina da turma 209 não compareceu à escola, então o professor de Física ficou responsável pelas turmas 309 e 209. O professor foi inicialmente à sala 02 da turma 209 e entregou uma lista de exercícios. Na turma 309, o professor retomou a lista de exercícios entregue na aula passada. Três estudantes que não tinham comparecido à aula anterior solicitaram a lista ao professor, que teve que ir até a reprografia realizar mais cópias. Houve bastante conversa durante a ausência do professor. Outros três estudantes que tinham comparecido à aula anterior não trouxeram suas folhas e pediram cópias novas ao professor, que as entregou.

O professor escreveu conteúdo no quadro e fez uma explicação oral sobre o efeito Joule, resistores e exemplos de eletrodomésticos resistivos. A maioria das informações do quadro já constavam na primeira coluna da lista de exercícios. Nenhum aluno copiou o conteúdo do quadro e havia bastante conversas paralelas e uso de celulares.

O estudante A perguntou ao professor se o radiador metálico que fica atrás de uma geladeira é um resistor. O professor disse que não se tratava de um resistor, mas sim de um trocador de calor e fez uma explicação geral do funcionamento de um refrigerador. O estudante B perguntou o que era um resistor ôhmico. O professor explicou que se trata de um resistor que se comporta conforme a Lei de Ohm, desenhando no quadro branco um gráfico  $I \times V$  traçando uma reta. Explicou que pode haver componentes elétricos que não seguem a Lei de Ohm, desenhando novamente um gráfico  $I \times V$  traçando uma curva. O aluno B comentou que no seu trabalho, a tomada de um estabilizador de tensão derreteu ao se utilizar para ligar uma cafeteira. O professor comentou um caso no qual queimou uma fonte de alimentação de um telefone sem fio, por ter colocado a chave seletora 110V/220V acidentalmente em 110V em uma casa de instalação elétrica 220V. Explicou que o enrolamento 110V do transformador é mais curto que o de 220V, portanto menos resistente, o que ocasionou uma sobrecorrente quando conectado em 220V.

O professor passou as equações de potência elétrica no quadro branco, as mesmas constantes na lista de exercícios e quatro alunos passaram a copiar. Às 19h55min o professor liberou a turma para o intervalo. O intervalo se sucedeu até o soar do sinal às 20h11min e às 20h17min os primeiros estudantes começaram a entrar na sala. Entraram estudantes nos minutos seguintes até completar nove, dois estudantes não retornaram para o segundo período. O professor orientou que a entrega da lista de exercícios deveria ser até o final da aula. Durante a resolução de exercícios, um aluno trabalhava individualmente e os outros em um grupo de oito alunos que conversava, trocava respostas. O aluno B mostrava

maior domínio sobre os cálculos e orientava seus colegas. Todos os nove alunos presentes entregaram a lista ao professor até o fim da aula. Aproveitei os minutos finais da aula para mostrar meu cronograma de regência para o professor, que o aprovou.

**Relato de observação:** 12.

**Data:** 11/08/22 - quinta-feira.

**Horário:** 21h às 21h45min (1h-aula).

**Turma:** 209 (2º ano).

**Sala:** 02.

**Alunos presentes:** 10 (3 meninos e 7 meninas).

O professor iniciou a aula escrevendo no quadro os conceitos de quantidade de calor, capacidade térmica e calor específico, contendo as suas respectivas equações e unidades de medida. Enquanto o professor escrevia, toda a turma copiava e um grupo de três alunos conversava em tom baixo. Após encerrar a escrita, o professor aguardou alguns minutos até todos os estudantes terminarem de copiar e então fez uma explicação oral do conteúdo passado, nesse momento os estudantes permaneceram em silêncio. Depois da leitura e explicação do quadro, o professor citou alguns exemplos do dia a dia relacionados aos conteúdos, como a unidade caloria presente em informações nutricionais e o aquecimento do cabo de colheres metálicas quando mergulhadas em panelas quentes.

A exposição dialogada interessou boa parte da turma. O professor utilizou exemplos do dia a dia que chamaram a atenção dos estudantes, houve participação oral de três estudantes trazendo dúvidas e contribuições.

#### **4. PLANOS DE AULA E RELATOS DE REGÊNCIA**

Baseando-se na Fundamentação Teórica e nas informações coletadas na etapa de Observação e Monitoria, a unidade didática foi estruturada em sete encontros com duração de 2h-aula cada, para os quais foram elaborados os sete planos de aula apresentados nesta seção. Os planos foram organizados no Cronograma de Regência (APÊNDICE B), que foi previamente analisado e aprovado pelo professor orientador e pelo professor supervisor (professor titular de Física da turma 309).

As aulas 1, 3, 4, 6 e 7 foram previamente apresentadas nos Microepisódios de Ensino da disciplina de Estágio de Docência em Física III, nos quais uma performance resumida da aula foi apresentada para que os colegas da disciplina e professor orientador



pudessem fazer críticas e sugestões. A partir destes momentos de discussão, vários aspectos dos planos de aula foram melhorados para a sua versão final que foi aplicada na turma de regência.

As avaliações de Física que comporam a nota do terceiro bimestre letivo foram três listas de exercícios: uma elaborada e aplicada pelo professor titular (antes do início da minha etapa de regência) e outras duas listas elaboradas por mim acerca dos conteúdos da unidade didática de circuitos elétricos. As listas foram entregues aos estudantes em material impresso durante o curso das aulas e tiveram como prazo final de entrega a última aula do bimestre.

#### 4.1. Aula 1 - Apresentação da Unidade Didática

##### 4.1.1. Plano de Aula: Aula 1 - Apresentação da Unidade Didática

**Data:** 18/08/22 - 19h15min às 20h.

**Duração:** 1h-aula.

**Tópicos:**

- Apresentação da Unidade Didática.

**Objetivos docentes:**

- Mostrar e ler trechos das questões do “Questionário sobre atitudes em relação à Física” (Apêndice A), com intuito de deixar claro que escutei as necessidades dos alunos e trarei propostas para endereçá-las;
- Descrever as minhas propostas para atender às necessidades da turma;
- Apresentar os problemas, perguntas e curiosidades que serão tratadas na unidade didática;
- Descrever em linhas gerais como serão as atividades didáticas e as avaliações.

**Procedimentos:**

Atividade Inicial (~5 min):

Darei boas-vindas aos alunos e me apresentarei como professor.

### Desenvolvimento (~30 min):

Apresentarei, utilizando um *notebook* e um projetor multimídia, a apresentação sobre a unidade didática (APÊNDICE C). Citarei as questões e respostas mais interessantes do Questionário Atitudes com Relação à Física, sob o meu ponto de vista, como: “Você vê alguma utilidade em aprender Física?”, “O que você gostaria que fosse abordado?” e “Eu gostaria mais de Física se...”. Comentarei aspectos das respostas que podem ser atendidos por mim, propondo alternativas para o atendimento às necessidades dos estudantes, como:

- Iniciar os estudos a partir de situações práticas do dia a dia;
- Realizar observações e experimentos;
- Utilizar fórmulas e os cálculos apenas ao final das explicações.

Convidarei a turma a interagir e expressar suas opiniões e sugestões acerca das necessidades postas e das minhas propostas. Exporei as problematizações e as perguntas norteadoras referentes aos tópicos de circuitos elétricos, circuito série e circuito paralelo, que comporão os conteúdos programáticos da unidade didática.

Mostrarei, de forma resumida, as atividades didáticas que serão realizadas durante a unidade, como laboratório didático com atividades experimentais, discussão conceitual com o método *Peer Instruction* e demonstrações experimentais utilizando o método POE. Por fim, descreverei as formas de avaliação: duas listas de exercícios impressas que serão entregues durante as aulas e deverão ser entregues até o fim do bimestre.

### Fechamento (~10 min):

Abrirei espaço para dúvidas e sugestões dos alunos. Descreverei o que será tratado na próxima aula: revisão sobre as grandezas tensão (ou diferença de potencial), corrente elétrica, resistência elétrica e potência, utilizando como contextualização eletrodomésticos presentes no dia a dia dos estudantes.

**Recursos:** Materiais de Uso Comum (MUC), *notebook* e projetor multimídia.

**Observações:** A aula ocorreu como previsto, os objetivos foram alcançados.

**Data:** 18/08/22 - quinta-feira.

**Horário:** 19h15min às 20h (1h-aula).

**Turma:** 309 (3º ano).

**Sala:** Sala de Vídeo.

**Alunos presentes:** 10 (6 meninos e 4 meninas).

Dirigi-me à escola com antecedência de 40 minutos para organizar a Sala de Vídeo (figura 2) e testar o projetor multimídia. O projetor funcionou como o esperado, é necessário um conversor do tipo HDMI para VGA, devido à ausência de porta HDMI no projetor, o professor supervisor emprestou-me seu conversor particular. Não havia saída de som funcionando, então será necessário trazer uma caixa de som caso o recurso de áudio seja utilizado durante a unidade didática.



Figura 2: Sala de Vídeo do Instituto Estadual Rio Branco.

Fonte: acervo pessoal.

Apresentei-me aos estudantes e iniciei a apresentação dos *slides*. Durante a exposição das respostas ao Questionário Atitudes com Relação à Física, a turma ficou bastante agitada. Alguns estudantes queriam descobrir de quem eram as respostas, analisando a caligrafia, outros disseram que a letra era muito feia, ilegível. Nesses *slides*

senti que perdi o controle da discussão, pois ela não se manteve focada na visão dos estudantes sobre a Física e suas necessidades, poucas contribuições orais foram feitas pelos estudantes. Como alternativa de melhoria para aulas futuras em outras turmas, eu poderia fazer apenas um *slide* com fotos dos questionários respondidos pelos estudantes. E nos *slides* posteriores sobre cada pergunta e resposta, digitar as respostas dos estudantes para evitar a discussão paralela.

Nos *slides* sobre o tema da unidade didática, os estudantes mantiveram as conversas paralelas mais baixas, e trouxeram contribuições e comentários como “gostaria de fazer experiências de Física”. Expliquei que o tema Circuitos Elétricos é bastante próximo ao seu dia a dia e que faríamos alguns experimentos, o que pareceu agradar à turma. Alguns estudantes levantaram dúvidas bastante específicas relacionadas a instalações elétricas irregulares, além de relatos de vivências cotidianas relacionadas à eletricidade residencial.

#### 4.2. Aula 2 - Revisão de Grandezas Elétricas

##### 4.2.1. Plano de Aula: Aula 2 - Revisão de Grandezas Elétricas.

**Data:** 18/08/22 - 20h15min às 21h.

**Duração:** 1h-aula.

#### **Tópicos:**

- Revisão dos conceitos prévios: tensão (diferença de potencial), corrente elétrica e resistência elétrica.

#### **Objetivos docentes:**

- Revisar os conteúdos prévios mais importantes para a unidade didática tensão (diferença de potencial), corrente elétrica, resistência elétrica;
- Utilizar como contextualização eletrodomésticos presentes no dia a dia dos estudantes.

#### **Procedimentos:**

Atividade Inicial (~5 min):

Realocarei a turma em seus lugares e iniciarei a apresentação no projetor multimídia.

Desenvolvimento (~30 min):

Questionarei a turma: “Vocês já viram as letras V nos eletrodomésticos? Que tipos existem, em que equipamentos aparecem? Qual o significado dessas identificações? Que cuidados devemos ter?”

Apresentarei a tensão elétrica nas seguintes situações do dia a dia:

- Tomadas 127V, 220V, e 250V;
- Aquecedor a óleo (127V), secador de cabelo (220V);
- Fonte de alimentação de um computador *desktop* (chave 127V/220V);
- Carregador de *notebook* (automático 90-250V);
- Carregador de celular: Entrada 90-250V, Saída 5,0V;
- Mouse 5,0V;
- Lâmpada de carro 12V;
- Transformador 13,6kV.

Conceito de tensão elétrica:

Tensão é uma diferença de potencial elétrico entre dois pontos de um circuito. Unidade de medida: volt (V). Exemplos de valores de fontes de tensão: 220V, 127V, 12V, 9V, 5V, 1,5V.

Exporéi um cuidado necessário no dia a dia que envolve a tensão elétrica: conectar eletrodomésticos apenas em rede com a tensão apropriada;

Apresentarei riscos que podem ocorrer com a conexão de um eletrodoméstico em uma rede inadequada:

- Queima do equipamento;
- Derretimento de tomadas;
- Incêndio.

Questionarei a turma: Vocês já viram as letras A nos eletrodomésticos? Que tipos existem, em que equipamentos aparecem? Qual o significado dessas identificações? Que cuidados devemos ter?

Apresentarei corrente elétrica nas seguintes situações do dia a dia:

- Tomadas/plugues 10A e 20A;
- Chuveiro elétrico (32A);

- Carregador de celular (1A, 2A, 3A);  
Explicarei a razão de um carregador de maior corrente nominal carregar o celular mais rapidamente.
- Mouse 50mA.

Conceito de corrente elétrica:

Corrente elétrica é o fenômeno físico em que os portadores de carga elétrica, como elétrons, são conduzidos pelo interior de algum material em razão da aplicação de uma diferença de potencial elétrico. Unidade de medida: ampère (A).

Exemplos de valores de corrente elétrica:

32A, 20A, 10A, 3A, 2A, 1A, 50mA.

Exporé cuidados necessários no dia a dia que envolvem a corrente elétrica:

- Utilizar adequadamente os plugues e tomadas de 20A;
- Nunca utilizar adaptadores do tipo 10A para realizar a conexão do eletrodoméstico de plugue 20A em uma tomada 10A;
- Possuir disjuntores na instalação residencial.

Resistência elétrica:

Apresentarei resistores nas seguintes situações do dia a dia:

- Resistor de chuveiro elétrico;
- Resistor de forno elétrico;
- Resistor de placa eletrônica.

Conceito de resistência elétrica:

Resistência elétrica é a capacidade física de um corpo qualquer se opor à passagem de corrente elétrica, quando existe uma diferença de potencial aplicada.

Unidade de medida: ohm ( $\Omega$ ). Exemplos de valores de resistência elétrica: 1 $\Omega$ , 10 $\Omega$ , 1k $\Omega$ .

Fechamento (~10 min):

Abrirei um espaço para dúvidas e sugestões dos alunos. Descreverei o que será tratado na próxima aula: uma aula experimental com a realização de alguns experimentos físicos e medidas para verificar o funcionamento de circuitos elétricos.

**Recursos:** MUC, *notebook* e projetor multimídia.

**Observações:** A aula correu como esperado, houve bastante participação da turma, porém faltou tempo para o fechamento. A exposição sobre resistência elétrica foi apressada devido ao fim da aula estar próximo.

#### 4.2.2. Relato de Regência: Aula 2 - Revisão de Grandezas Elétricas

**Data:** 18/08/22 - quinta-feira.

**Horário:** 20h15min às 21h (1h-aula).

**Turma:** 309 (3º ano).

**Sala:** Sala de Vídeo.

**Alunos presentes:** 10 (6 meninos e 4 meninas).

O retorno da turma do intervalo foi demorado, após o sinal, aguardei dez minutos até que todos os estudantes estivessem presentes. Iniciei a apresentação de *slides* e prossegui com a revisão sobre tensão, corrente elétrica e resistência elétrica. As fotos de eletrodomésticos e suas características elétricas interessaram alguns estudantes, que faziam várias perguntas relacionadas ao seu dia-a dia. Algumas concepções alternativas foram evidenciadas através das dúvidas dos estudantes, por exemplo: a concorrência entre as grandezas tensão e corrente, procurando entender “qual é a mais forte”.

A exposição sobre resistência elétrica foi apressada devido ao fim da aula estar próximo. Devo dimensionar o segundo período levando em conta os minutos perdidos no início da aula, devido ao retorno dos estudantes do intervalo. Acredito que a contextualização em eletrodomésticos para a revisão sobre as grandezas físicas tensão, corrente elétrica e resistência elétrica agregou significado ao aprendizado dos estudantes, que se esforçaram para entender o que eram as grandezas e como se relacionam com o seu cotidiano.

#### 4.3. Aula 3 - Laboratório Didático: Circuito Série

##### 4.3.1. Plano de aula: Aula 3 - Laboratório Didático: Circuito Série

**Data:** 25/08/22 - 19h15min às 20h e 20h15min às 21h.

**Duração:** 2h-aula.

#### **Tópicos:**

- Laboratório Didático: Circuito série.

**Objetivos docentes:**

- Realizar montagens experimentais de circuitos série em grupos;
- Realizar a exposição dialogada no quadro branco sobre circuito série.

**Procedimentos:**Atividade Inicial (~15 min):

Problematização inicial:

Questionarei: “Qual o melhor ambiente para se assistir a um filme ou série?” Apresentarei, no projetor multimídia, imagens ilustrativas de filmes e séries, alimentos típicos de cinema, salas de TV e de cinema. Darei enfoque à iluminação fraca dos ambientes, dimensionada para não interferir na visualização da tela.

Questionarei: “Para o dia a dia serve uma iluminação fraca? Dá para passar a noite, cozinhar, lavar a louça em um lugar com a luz assim? Ou tem que ser mais forte?” Apresentarei, no projetor multimídia, imagens ilustrativas de casas e apartamentos com iluminação média.

Questionarei: “E para estudar? É bom com luz fraca, ou média? Para fazer os trabalhos da escola? Como é a iluminação da escola?” Apresentarei, no projetor multimídia, imagens ilustrativas de escolas e escritórios com iluminação forte.

Anunciarei um desafio, registrado no quadro-branco:

- Desafio: Monte um circuito com uma lâmpada que tenha regulagem de luminosidade para ser:
  - a) Forte para estudar.
  - b) Média para usar no dia a dia.
  - c) Fraca para assistir a filmes.

Desenvolvimento (~70 min):Demonstração experimental (~10min):

Para a realização de demonstrações experimentais e atividades experimentais em grupos durante a unidade didática, utilizei um *kit* de componentes elétricos contendo: uma fonte de alimentação entrada 110/220VAC saída 12VDC 3A, três bases de madeira para conexão de alimentação 12V, dez lâmpadas incandescentes 12V 5W, dez resistores 18Ω



10W, dez chaves liga/desliga, três motores de corrente contínua 12V, dezoito cabos condutores garra jacaré, uma extensão elétrica e um multímetro digital. O *kit* de componentes, ilustrado na figura 3, foi construído por mim como material didático dedicado ao ensino de circuitos elétricos (APÊNDICE D).

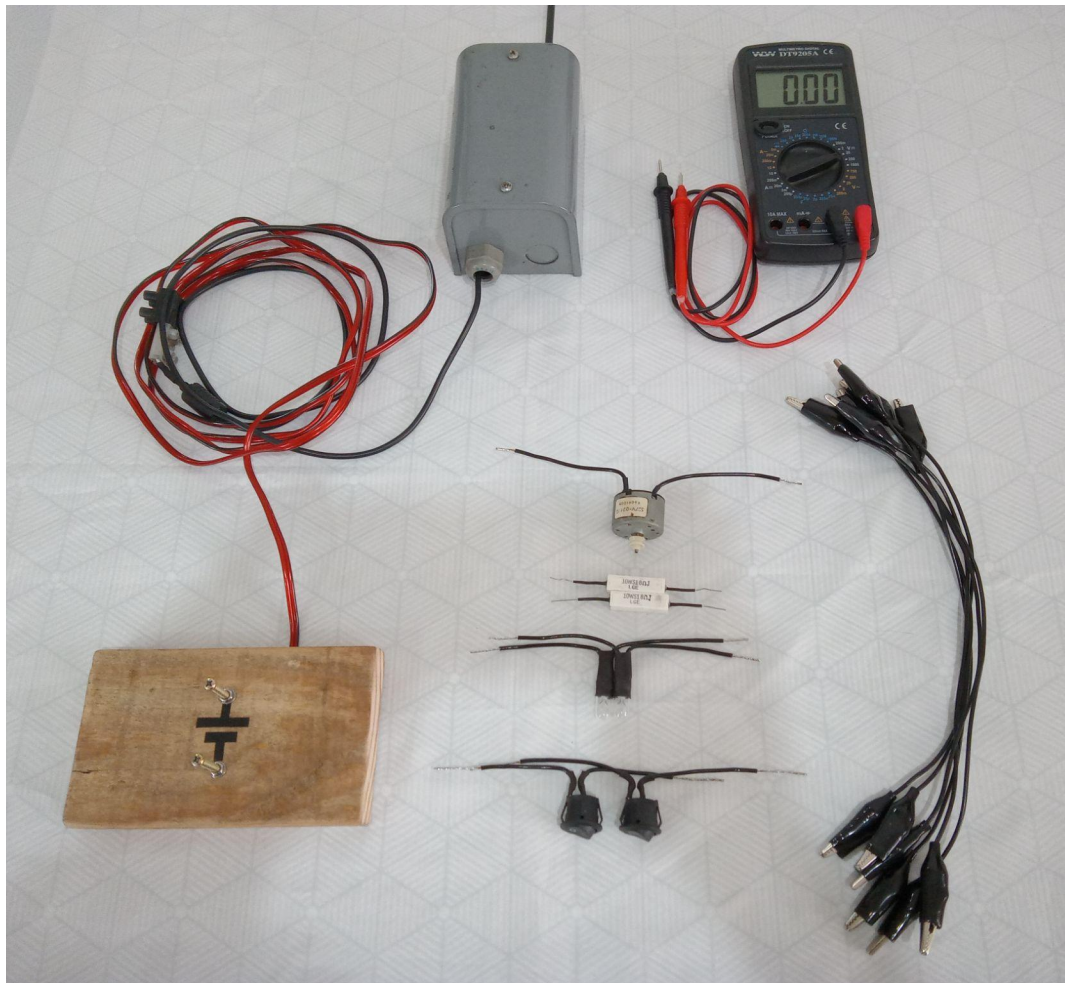


Figura 3: *Kit* de componentes para montagem de circuitos elétricos utilizado durante a unidade didática.

Apresentarei os componentes de um circuito para ligar uma lâmpada: uma fonte de alimentação 12V, uma base para conexão de alimentação 12V, dois cabos condutores garra jacaré e uma lâmpada incandescente. Demonstrarei a montagem do circuito, resolvendo o item “a) Forte para estudar”, através da conexão de uma lâmpada diretamente à fonte 12V, como ilustra a figura 4. Logo após, questionarei: “Será que podemos desenhar esse circuito? Registrar suas conexões, para poder montar novamente ou para fazer análises?”

Desenharei no quadro-branco o esquema elétrico do circuito, com uma legenda com o símbolo de cada componente.

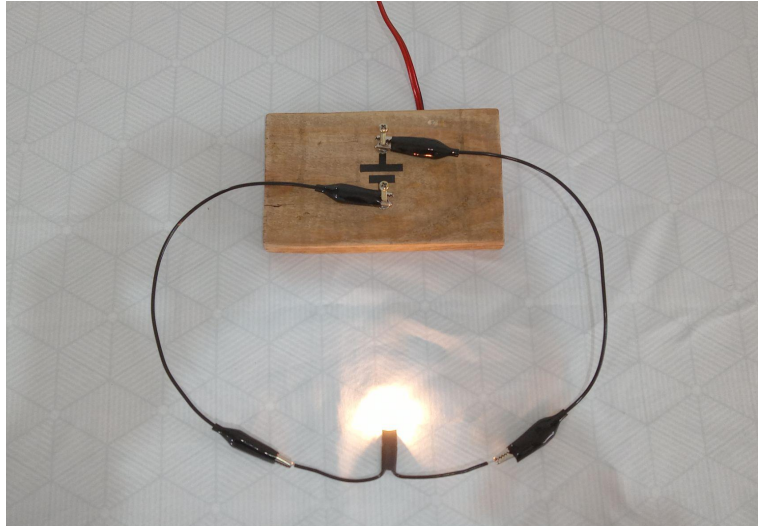


Figura 4: Circuito elétrico solução do item “a) Forte para estudar”.

Prática experimental(~30min):

Agruparei a turma em três grupos e entregarei um *kit* de componentes para cada grupo, contendo:

- Uma base para conexão de alimentação 12V;
- Uma lâmpada incandescente 12V 5W;
- Dois resistores 18 ohms 10W;
- Quatro cabos condutores garra jacaré.

Vou monitorar e auxiliar os grupos a resolver o desafio. Após a resolução do problema através da montagem de circuitos série, farei uma exposição dialogada: desenhando no quadro, com auxílio dos estudantes, os esquemas elétricos dos circuitos montados pelos grupos. Solicitarei aos estudantes que realizem montagens com diferentes ordens dos componentes e diferentes polaridades dos componentes, que verifiquem se esses fatores alteram o funcionamento do circuito. Os esquemas elétricos dos três circuitos previstos para a solução do desafio estão ilustrados na figura 5, os circuitos montados para os itens b) e c) estão ilustrados nas figuras 6 e 7, respectivamente.

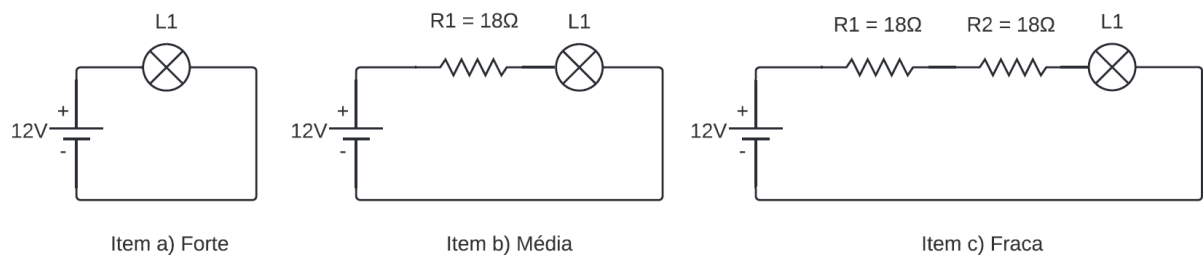


Figura 5: Esquemas elétricos dos circuitos previstos para o desafio.

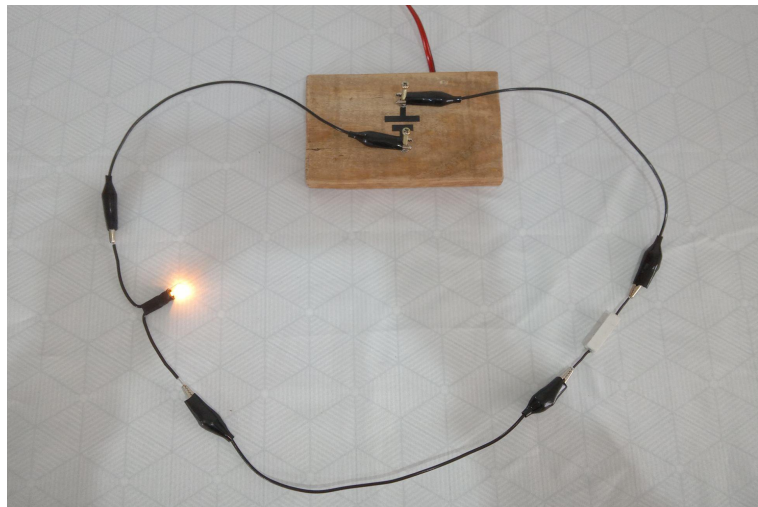


Figura 6: Circuito elétrico solução do item “b) Média para usar no dia a dia”.

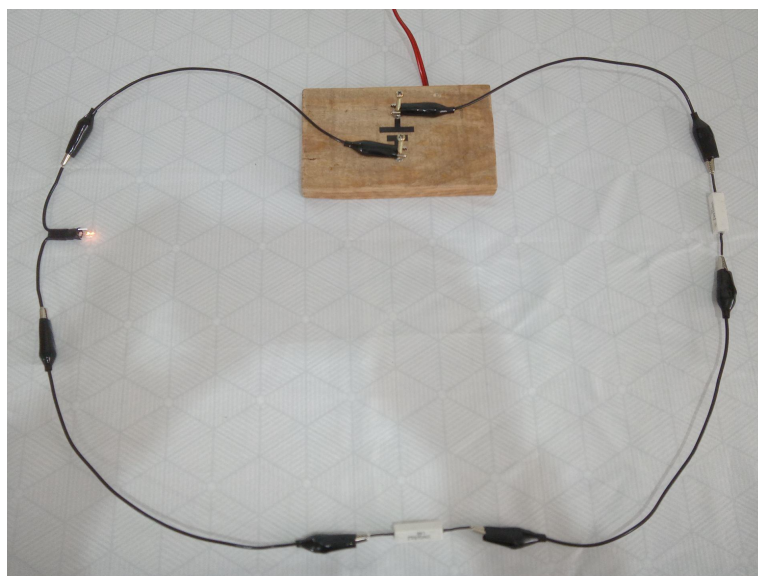


Figura 7: Circuito elétrico solução do item “c) Fraca para assistir a filmes”.

### Análise experimental (~30min):

Questionarei a turma: “O que está acontecendo? Por que, com os resistores, a luz da lâmpada fica mais fraca? Como mensurar esse fenômeno?”

Apresentarei o multímetro digital: um instrumento desenvolvido para realizar as medidas de grandezas elétricas como diferença de potencial, corrente elétrica e resistência elétrica. Instruirei que cada um dos três grupos mantenha montado um dos circuitos dos itens a), b) e c).

Demonstrarei como se faz a utilização do multímetro para medir corrente elétrica. Realizarei junto aos estudantes, um grupo de cada vez, a medição da corrente elétrica associada a cada componente (lâmpada L1, resistor R1 e resistor R2). Os valores das medições serão registrados no quadro-branco e cada estudante deverá desenhar em seu caderno os esquemas elétricos da atividade e anotar os valores das medições.

Verificarei que os resistores funcionam para adicionar maior resistência em um circuito, reduzindo o valor da corrente elétrica. Nos circuitos montados, a luminosidade da lâmpada está diretamente associada ao valor da corrente elétrica que passa pelo seu filamento: quanto maior a corrente, maior a luminosidade. E nos circuitos montados só existe um caminho para a passagem da corrente, logo ela tem sempre o mesmo valor em todos os componentes de um circuito série.

Demonstrarei como se faz a utilização do multímetro para medir a diferença de potencial. Realizarei junto aos estudantes, um grupo de cada vez, a medição da diferença de potencial associada a cada componente (lâmpada L1, resistor R1 e resistor R2). Os valores das medições serão registrados no quadro-branco.

Verificarei que, nos circuitos montados, a diferença de potencial é diferente em cada componente. A soma das diferenças de potencial dos componentes de cada circuito é igual à fornecida pela fonte de alimentação.

Como atividade extra, caso os estudantes concluam as montagens e medições nos circuitos antes do fim da aula, entregarei um motor de corrente contínua 12V para cada grupo montar e analisar circuitos série com os resistores, desta vez verificando a velocidade de rotação do motor. Os trens da série 100 da Trensurb, fabricados em 1984, tem uma parcela importante do seu controle de velocidade de tração realizada com a associação de resistores em série aos motores.

### Fechamento (~5 min):

Abrirei um espaço para dúvidas e sugestões dos alunos. Descreverei o que será tratado na próxima aula: exposição conceitual sobre circuito série com método *Peer Instruction* e exercícios em grupos.

**Recursos:** MUC, uma fonte de alimentação entrada 110/220VAC saída 12VDC 3A, três bases para conexão de alimentação 12V, três lâmpadas incandescentes 12V 5W, seis resistores  $18\Omega$  10W, três motores de corrente contínua 12V, doze cabos condutores garra jacaré, uma extensão elétrica e um multímetro digital.

**Avaliação:** Participação e anotação da prática experimental.

**Observações:** A aula ocorreu como previsto no plano.

#### 4.3.2. Relato de Regência: Aula 3 - Laboratório Didático: Circuito Série

**Data:** 25/08/22 - quinta-feira.

**Horário:** 19h15min às 20h e 20h15min às 21h (2h-aula).

**Turma:** 309 (3º ano).

**Sala:** Sala de Vídeo.

**Alunos presentes:** 9 (6 meninos e 3 meninas).

Organizei a Sala de Vídeo com trinta minutos de antecedência, empilhando os *chromebooks* de uma das mesas para ganhar espaço para a prática de experimental. Distribuí as três bases para conexão de alimentação 12V ao longo da mesa, na qual há 16 lugares. Quando a turma chegou, aloquei todos os nove estudantes na mesma mesa. A problematização inicial da aula ocorreu como o previsto, os estudantes se interessaram pelo tema iluminação de ambientes e fizeram comentários durante a apresentação. Apresentei o desafio e os componentes do circuito, montando e resolvendo o item a).

Distribuí os *kits* e os três grupos iniciaram a prática para resolver os itens b) e c). Um grupo resolveu rapidamente o problema em cinco minutos, os outros dois levaram mais tempo e interagiram com o primeiro grupo para entender a conexão dos componentes do circuito. Um estudante A se interessou muito pela prática, pelo aquecimento dos resistores e pelo funcionamento da lâmpada, realizou vários testes e fez perguntas como “o porquê de em uma configuração de ligação, mesmo com o resistor a lâmpada ficava forte”, a razão era pela ligação dos componentes em paralelo. Os demais estudantes não demonstraram tanto interesse, atendo-se a montar apenas os três circuitos previstos. Após a montagem dos três circuitos por todos os grupos, solicitei que todos os estudantes desenhassem em seus cadernos os esquemas elétricos, porém poucos estudantes o fizeram. A maioria preferiu esperar eu desenhar o esquema no quadro, para então copiar.

Algumas concepções alternativas ficaram evidentes quando questionei se faria diferença a ordem dos componentes resistor R1 e lâmpada L1 na montagem do circuito do item b). Alguns estudantes afirmaram que o resistor deveria ser o primeiro componente para barrar a passagem de corrente. Através de testes verificamos que a luminosidade da lâmpada era a mesma, independente da ordem dos componentes. Mesmo assim, o estudante A sustentou até o fim da aula que o resistor R1 aquece mais quando ele é o primeiro componente, conectado ao polo positivo da fonte. Uma concepção alternativa que deve ser explorada nas aulas seguintes. É interessante salientar que apesar do resistor esquentar igualmente nas duas situações, a evidência empírica do aquecimento não foi suficiente para convencer o estudante A, que sentia a temperatura no experimento de forma a corroborar com a sua concepção. A experimentação não necessariamente refuta as concepções alternativas.

O professor orientador observou o primeiro período de aula. Suas principais sugestões foram: utilizar o interesse do estudante A para instigar a turma a questionar, pensar e testar o circuito. Para isso, é possível tornar públicas as dúvidas do estudante A e convidar os outros alunos a responder e participar. A outra sugestão foi estruturar melhor a ordem do desafio, indicando no enunciado o desenho dos esquemas elétricos como um item obrigatório, para que não pareça uma atividade opcional.

No segundo período de aula, apresentei o multímetro como o instrumento dedicado à medição de grandezas elétricas como tensão, corrente e resistência. Informando que a luminosidade da lâmpada depende da corrente elétrica que passa pelo seu filamento, solicitei que cada grupo mantivesse um dos itens a), b), e c) montado para que eu realizasse a medição de corrente elétrica. Demonstrei como se faz a medição de corrente elétrica com as ponteiros do multímetro e registrei no quadro, ao lado de cada componente, seu valor de corrente elétrica. Observamos que a corrente elétrica era a mesma para todos os componentes em um determinado circuito:

No item a)  $I_{L1} = 0,32A$ .

No item b)  $I_{L1} = I_{R1} = 0,26A$ .

No item c)  $I_{L1} = I_{R1} = I_{R2} = 0,21A$ .

Logo após, demonstrei como se faz a medição de diferença de potencial com as ponteiros do multímetro. Nessa etapa, cedi o multímetro para cada grupo realizar a medição enquanto eu registrava no quadro:

No item a)  $U_{L1} = 12V$ .

No item b)  $U_{R1} = 4,9V$ ,  $U_{L1} = 7,1V$ .

No item c)  $U_{R1} = 3,8V$ ,  $U_{R2} = 3,8V$  e  $U_{L1} = 4,4V$ .

Alguns estudantes estranharam os valores intermediários de diferença de potencial, esperavam que ela fosse de 12V em todos os componentes, já que a fonte era de 12V. De

posse dos valores de diferença de potencial, demonstrei que a sua soma resulta nos 12V fornecidos pela fonte, uma característica dos circuitos em que os componentes são conectados em série.

No fim da aula, retomei o desafio, confirmando que a turma conseguiu resolvê-lo e que a associação de resistores é a base de tecnologias de controle de corrente em circuitos, como *dimmer* de lâmpadas e de ventiladores. Um componente utilizado na etapa de controle desses circuitos é o potenciômetro, um resistor projetado para ter sua resistência variável ao longo de um giro de 270°.

Percebi que poderia desenhar os esquemas elétricos maiores no quadro, para manter o quadro mais organizado durante as medições, além de sugerir aos estudantes que também o fizessem em seus cadernos. Durante a prática, dois problemas técnicos ocorreram: O parafuso de fixação de uma base para conexão de alimentação 12V se soltou, porém consegui apertá-lo. É necessário inserir uma trava química para que os parafusos não possam se soltar. Além disso, duas lâmpadas incandescentes pararam de funcionar durante o segundo período de prática, provavelmente devido ao desgaste visto que eram lâmpadas usadas. Como eu tinha uma lâmpada reserva, apenas um grupo ficou comprometido e tive que aglutinar dois grupos em um. É necessário ter um conjunto de lâmpadas reserva.

#### 4.4. Aula 4 - Circuito Série

##### 4.4.1. Plano de aula: Aula 4 - Circuito Série

**Data:** 01/09/22 - 19h15min às 20h e 20h15min às 21h.

**Duração:** 2h-aula.

#### **Tópicos:**

- Circuito série;
- Resistor equivalente no circuito série;
- Divisor de tensão.

#### **Objetivos docentes:**

- Explicar o método *Peer Instruction* e realizar duas questões de teste;
- Retomar a discussão sobre o laboratório didático da aula anterior, formalizando o conceito de circuito série;

- Explicar o cálculo de resistor equivalente no circuito série;
- Explicar o divisor de tensão no circuito série;
- Verificar a aprendizagem de conceitos através de questões com o método *Peer Instruction*;
- Explicar o funcionamento de alguns eletrodomésticos utilizados em série: luzes de natal, interruptores, fusíveis e disjuntores;
- Disponibilizar a Avaliação 1: uma lista de exercícios com quatro exercícios sobre circuito série a ser resolvida em pequenos grupos (APÊNDICE E).
- Disponibilizar material sobre circuito série no portal *Google Classroom* (Apêndice F).

### **Procedimentos:**

#### Atividade Inicial (~10 min):

Explicarei como funciona o método *Peer Instruction*: Distribuirei os *plickers*, utilizarei o projetor multimídia para projetar duas questões de teste, orientarei os estudantes a levantar os *plickers* simultaneamente votando na mesma alternativa, para eu capturar as respostas com o celular e verificar o correto funcionamento da dinâmica.

#### Desenvolvimento (~80 min):

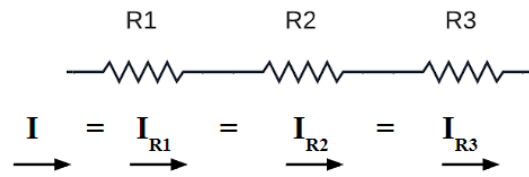
##### Exposição conceitual com *Peer Instruction* (~30min):

Solicitarei aos estudantes que peguem seus cadernos para continuar o estudo sobre circuitos série. Retomarei o experimento da aula anterior, lembrando dos esquemas elétricos desenhados e das medições obtidas.

Para a discussão conceitual de circuito série, utilizarei como referencial bibliográfico o livro Física Conceitual de Paul G. Hewitt – 12. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2015. O conteúdo será escrito no quadro branco para que os estudantes copiem em em seus cadernos.

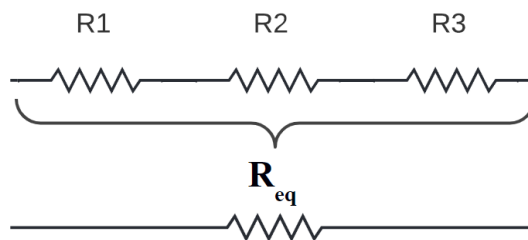
O circuito série é um circuito no qual os componentes são conectados em série, de forma que há apenas um caminho para a circulação de corrente elétrica. Dessa forma a mesma corrente elétrica total  $I$  percorre todos os componentes do circuito.





A corrente elétrica enfrenta a resistência elétrica do primeiro componente do circuito, seguida da resistência do segundo, do terceiro e assim por diante, de forma que a resistência do resistor equivalente é a soma das resistências de todos os componentes do circuito:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \dots + R_n$$



O resistor equivalente não se trata de um componente real, trata-se uma representação feita através de um resistor que equivale a todos os componentes do circuito e, portanto, pode ajudar no entendimento e análise do circuito.

A corrente elétrica  $I$  do circuito série pode ser calculada utilizando a Lei de Ohm:

$$I = U/R_{eq}$$

#### Início da dinâmica *Peer Instruction*:

Anunciarei o início das questões *Peer Instruction*, informando que:

- O professor proporá uma questão;
- Cada aluno responderá de forma individual;
- O professor coletará as respostas dos alunos;
- Alunos que votaram diferente deverão se reunir e discutir qual resposta é a correta;
- Cada aluno *deverá convencer* o(s) colega(s) de que a sua resposta é a correta;
- O professor coletará novamente as respostas e realizará a explicação.

Para a correção das questões 1 a 4, utilizarei o aparato experimental para fazer demonstrações com montagem e análise dos circuitos.

Nas questões seguintes, todas as lâmpadas são iguais. O brilho da lâmpada é proporcional à intensidade da corrente elétrica que passa pelo seu filamento.

- Questão 1: (Adaptado do teste SMA (Silveira, 1989)).

No circuito a seguir, pode-se afirmar que:

- A) L1 brilha mais do que L2 e esta mais do que L3.
- B) L3 brilha mais do que L2 e esta mais do que L1.
- C) As três lâmpadas têm o mesmo brilho.

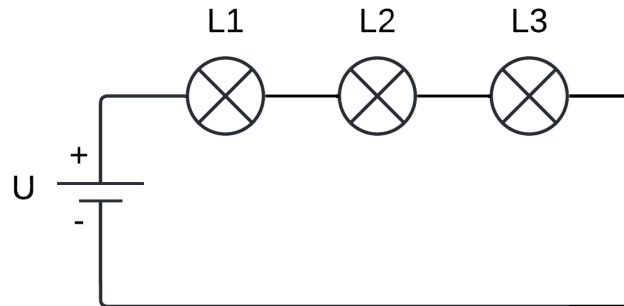


Figura 8: Circuito referente à questão 1.

- Questão 2 (Adaptado do teste SMA (Silveira, 1989):  
No circuito a seguir, pode-se afirmar que:
  - A) L1 e L2 têm o mesmo brilho.
  - B) L1 brilha mais do que L2.
  - C) L2 brilha mais do que L1.

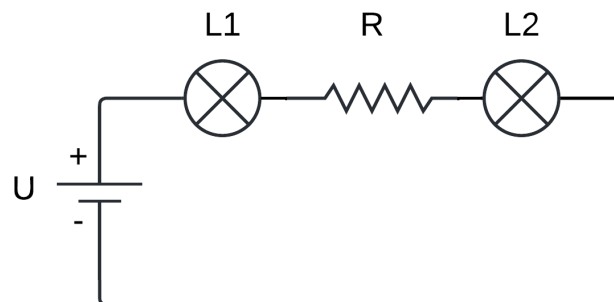


Figura 9: Circuito referente à questão 2.

- Questão 3 (Adaptado do teste SMA (Silveira, 1989)):  
Nos circuitos 3a e 3b a lâmpada L, o resistor R e a fonte U são os mesmos.  
Nessas situações:
  - A) L brilha mais no circuito 3a.
  - B) L brilha igual nos dois circuitos.
  - C) L brilha mais no circuito 3b.

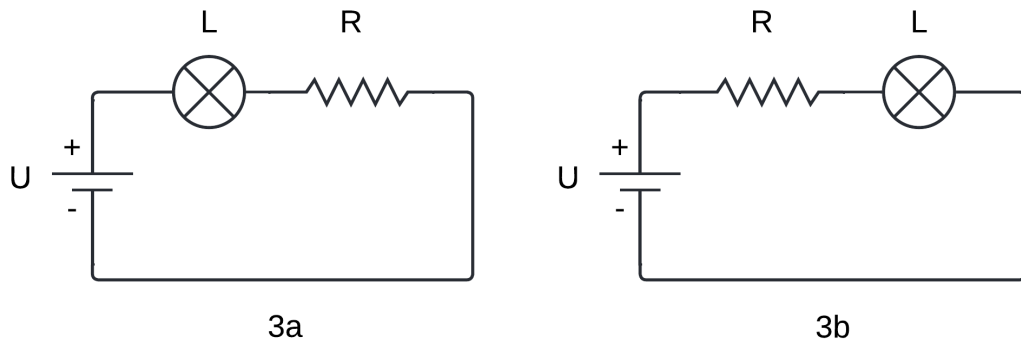


Figura 10: Circuito referente à questão 3.

No circuito série, a diferença de potencial total fornecida pela fonte de tensão permanece constante e é distribuída ao longo dos componentes do circuito, formando um divisor de tensão. A soma das diferenças de potencial entre os terminais de cada componente é igual à diferença de potencial fornecida pela fonte de tensão:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 \dots + U_n$$

Sempre que um caminho fechado for percorrido em um circuito, a diferença de potencial deve ser igual à da fonte de alimentação. A diferença de potencial sobre cada componente é proporcional à sua resistência e pode ser calculada através da Lei de Ohm, aplicada separadamente em cada componente:

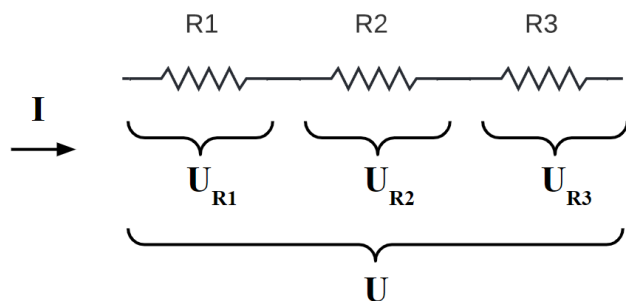
$$I = \frac{U}{R_{eq}}$$

$$U = R \times I$$

$$U_{R1} = R1 \times I$$

$$U_{R2} = R2 \times I$$

$$U_{R3} = R3 \times I$$



- Questão 4:

No circuito a seguir, os três resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  têm a mesma resistência e a diferença de potencial fornecida pela fonte  $U$  é de 12V. Nessas condições, pode-se afirmar que a diferença de potencial sobre o resistor  $R_1$  é:

- A)  $U_{R_1} = 1V$ .
- B)  $U_{R_1} = 4V$ .
- C)  $U_{R_1} = 6V$ .
- D)  $U_{R_1} = 12V$ .

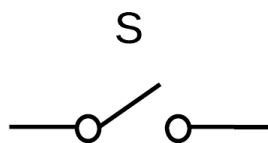


Figura 4: Circuito referente à questão 4.

Explicarei o funcionamento de alguns eletrodomésticos utilizados em série: lâmpadas de natal, interruptor, fusível e disjuntor:

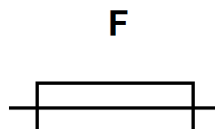
- Interruptor ou chave liga/desliga (S):

É um componente que serve para interromper a passagem de corrente em um circuito, ligando ou desligando os componentes que estiverem conectados em série com ele.



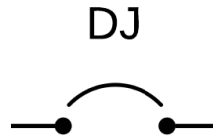
- Fusível (F):

É um componente formado por um filamento projetado para suportar um determinado valor máximo de corrente elétrica. Quando a corrente passar do valor máximo, o fusível rompe o seu filamento, desligando o circuito.



- Disjuntor (DJ):

É um dispositivo eletromecânico projetado para desligar o circuito quando a corrente elétrica passar de um valor máximo determinado. Quando a corrente passar do valor máximo, o disjuntor desarma, desligando o circuito.



Resolução de exercícios em grupos (~40 min):

Entregarei uma lista impressa com cinco exercícios sobre circuito série (APÊNDICE E) a serem resolvidos em pequenos grupos. A resolução deverá ser entregue até o final da aula, uma por grupo. Os estudantes que não terminarem a lista em sala de aula deverão entregar a resolução na aula seguinte de forma individual.

Fechamento (~5 min):

Abrirei um espaço para dúvidas e sugestões dos alunos. Descreverei o que será tratado na próxima aula: uma aula experimental com a realização de alguns experimentos físicos e medidas para verificar o funcionamento de outros tipos de circuitos elétricos.

**Recursos:** MUC, *notebook*, projetor multimídia, *plickers* para *Peer Instruction*, telefone celular com o aplicativo *Plickers*, uma fonte de alimentação entrada 110/220VAC saída 12VDC 3A, uma base para conexão de alimentação 12V, três lâmpadas incandescentes 12V 5W, três resistores 18Ω 10W, quatro cabos condutores garra jacaré, uma extensão elétrica e um multímetro digital.

**Avaliação:** Questões *Peer Instruction*, Lista de exercícios.

**Observações:** A aula encerrou no segundo período após a primeira votação da questão 4. Ficaram pendentes a explicação sobre eletrodomésticos utilizados em série e a resolução da lista de exercícios.

## 4.4.2. Relato de Regência: Aula 4a - Circuito Série

**Data:** 01/09/22 - quinta-feira.

**Horário:** 19h15min às 20h e 20h15min às 21h (2h-aula).

**Turma:** 309 (3º ano).

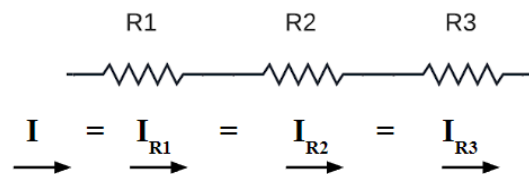
**Sala:** Sala de Vídeo.

**Alunos presentes:** 9 (5 meninos e 4 meninas).

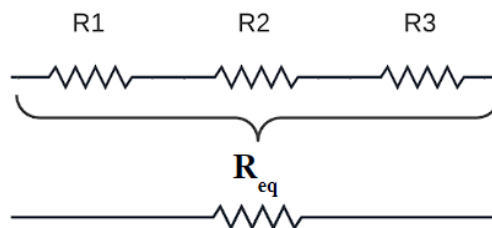
A atividade inicial da aula foi a exposição no projetor multimídia de alguns *slides* sobre o método *Peer Instruction* para instruir como funcionaria a dinâmica da aula. Distribuí os plickers e apliquei duas questões teste, nas quais houve 90% de acerto na primeira e 100% na segunda. Solicitei aos estudantes que pegassem seus cadernos para copiar o material sobre Circuito Série.

Escrevi no quadro branco:

O circuito série é um circuito no qual os componentes são conectados em série, de forma que há apenas um caminho para a circulação de corrente elétrica. Dessa forma a mesma corrente elétrica total  $I$  percorre todos os componentes do circuito.



A corrente elétrica enfrenta a resistência elétrica do primeiro componente do circuito, seguida da resistência do segundo, do terceiro e assim por diante, de forma que a resistência do resistor equivalente é a soma das resistências de todos os componentes do circuito:



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \dots + R_n$$

$$I = U/R_{eq}$$

Relacionei os conceitos com a prática experimental da aula passada, lembrando que nos três circuitos série montados, a corrente era sempre a mesma em todos os componentes de um determinado circuito, visto que só há um caminho para a passagem de corrente elétrica. Relembrei também que quanto mais componentes um circuito tinha, maior era a sua resistência, fato que podia ser observado pela diminuição da luminosidade da

lâmpada. Os estudantes copiaram corretamente a matéria do quadro em seus cadernos, como ilustra a figura 11. Durante a explicação oral dos conceitos, tive que chamar a atenção de alguns estudantes para reduzir as conversas paralelas.

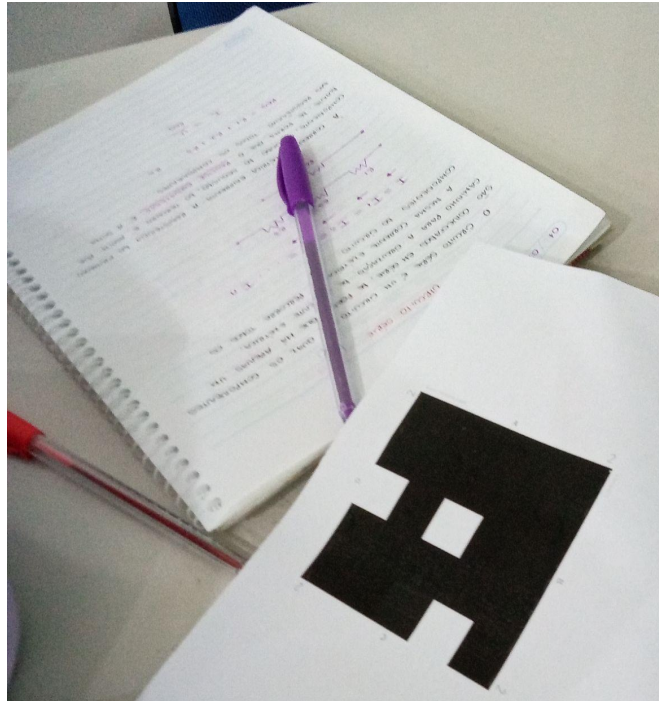


Figura 11: Anotações sobre o circuito série no caderno de uma estudante.

Iniciei o método *Peer Instruction* com a questão 1 do plano de aula, exposta com o projetor multimídia. Os estudantes tiveram algumas dúvidas referentes ao processo de votação, que foram atendidas nesta primeira votação. As respostas dos alunos às questões 1 a 4 estão registradas na tabela 2, grifada em negrito a alternativa correta de cada questão.

Tabela 2: Resultados das questões *Peer Instruction*.

Questão	Respostas				Índice de acerto
	A	B	C	D	
Questão 1 (1ª votação)	4	1	<b>4</b>	-	44%
Questão 1 (2ª votação)	5	1	<b>3</b>	-	33%
Questão 2 (1ª votação)	<b>5</b>	1	0	-	83%
Questão 2 (2ª votação)	<b>6</b>	0	0	-	100%
Questão 3 (1ª votação)	3	<b>4</b>	0	-	57%

Questão 3 (2ª votação)	1	<b>6</b>	0	-	85%
Questão 4 (1ª votação)	0	<b>2</b>	6	0	25%
Questão 4 (2ª votação)	*	*	*	*	*

\*A questão 4 não teve segunda votação devido ao fim da aula.

Na questão 1, a primeira votação resultou em 44% de acertos. Após a discussão entre os alunos, a segunda votação resultou em 33% de acertos. Verifiquei que a maior parte dos estudantes votou na alternativa “A) L1 brilha mais do que L2 e esta mais do que L3”, inclusive a discussão entre alunos aumentou a incidência dessa resposta na segunda votação. A concepção alternativa demonstrada pelos estudantes é de que a carga elétrica se consumiria ao longo do circuito, de forma que a lâmpada mais próxima do polo positivo da fonte teria maior brilho, a segunda um brilho um pouco menor e assim sucessivamente.

Depois da segunda votação, montei o circuito correspondente à questão e demonstrei que as três lâmpadas tinham a mesma intensidade de brilho. Expliquei que a alternativa correta era “C) As três lâmpadas têm o mesmo brilho”, pois estão conectadas em série, de forma que há apenas um caminho para a passagem de corrente elétrica. Logo, a mesma corrente elétrica  $I$  percorre o filamento das três lâmpadas, que brilham igualmente. Expliquei que a alternativa “A) L1 brilha mais do que L2 e esta mais do que L3” não procede por causa do princípio de conservação de carga: A quantidade de cargas elétricas que percorrem L1, L2 e L3 deve ser a mesma, pois há apenas um único caminho para a circulação de corrente elétrica, então é impossível que haja valores diferentes de corrente em cada lâmpada.

Na questão 2, a primeira votação resultou em 83% de acertos. Após a discussão entre os alunos, a segunda votação resultou em 100% de acertos. Verifiquei um alto índice de acertos, provavelmente devido à questão 2 abordar o mesmo conceito da questão 1, que foi previamente esclarecido. Depois da segunda votação, montei o circuito correspondente e demonstrei que o brilho das lâmpadas L1 e L2 era o mesmo. Expliquei que a alternativa correta é “A) L1 e L2 têm o mesmo brilho”, pois mesmo com a presença de um resistor  $R$  entre as duas lâmpadas, os três componentes estão conectados em série. Dessa forma, há apenas um caminho para a passagem de corrente elétrica, logo a mesma corrente elétrica  $I$  percorre L1,  $R$  e L2, então o brilho das lâmpadas L1 e L2 é o mesmo.

Na questão 3, a primeira votação resultou em 57% de acertos. Após a discussão entre os alunos, a segunda votação resultou em 85% de acertos. Na primeira votação, três estudantes marcaram a alternativa “A) L brilha mais no circuito 3a”. Uma concepção alternativa relatada pelos estudantes em seus argumentos era o entendimento do resistor como “uma barreira, que resiste à passagem de corrente elétrica influenciando apenas os



componentes conectados após ele”. Dessa forma, a lâmpada L de 3a, que está conectada diretamente ao polo positivo da fonte, teria maior corrente elétrica que a de 3b, cujo resistor está conectado ao polo positivo antes da lâmpada.

Depois da discussão entre alunos, na segunda votação dois dos três alunos mudaram para a alternativa correta “B) L brilha igual nos dois circuitos”. Montei os dois circuitos correspondentes (figura 12) e demonstrei que L tem o mesmo brilho em ambos os casos. Expliquei que L e R estão conectadas em série tanto em 3a quanto em 3b, de forma que há apenas um caminho para a passagem de corrente elétrica. Logo a mesma corrente elétrica  $I$  percorre o filamento de L nos dois circuitos. No circuito série, a ordem dos componentes não interfere na resistência equivalente, tampouco na intensidade da corrente que percorre cada componente.

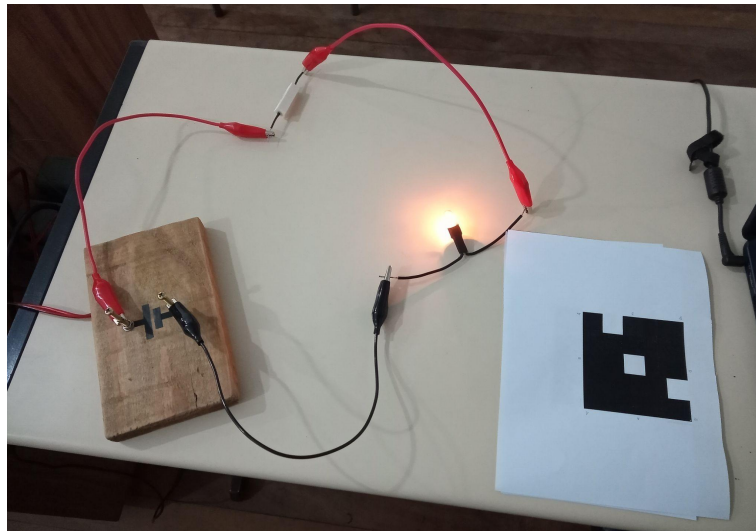


Figura 12: Demonstração experimental da questão 3.

Prossigui com o próximo conceito escrito no quadro branco:

No circuito série, a diferença de potencial total fornecida pela fonte de tensão permanece constante e é distribuída ao longo dos componentes do circuito, formando um divisor de tensão. A soma das diferenças de potencial entre os terminais de cada componente é igual à diferença de potencial fornecida pela fonte de tensão. A diferença de potencial sobre cada componente é proporcional à sua resistência e pode ser calculada através da Lei de Ohm, aplicada separadamente em cada componente:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 \dots + U_n$$

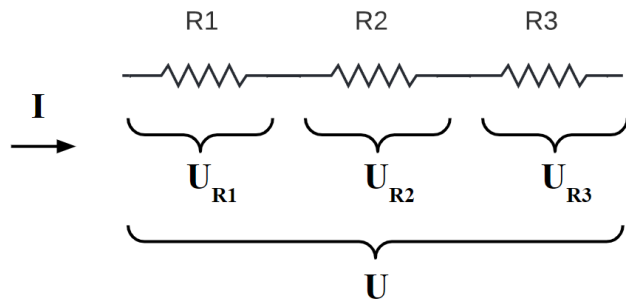
$$I = \frac{U}{R_{eq}}$$

$$U = R \times I$$

$$U_{R1} = R1 \times I$$

$$U_{R2} = R2 \times I$$

$$U_{R3} = R3 \times I$$



Na questão 4, a primeira votação resultou em 25% de acertos. 75% dos estudantes votaram na alternativa “C)  $U_{R1} = 6V$ ”. Já antes da primeira votação, os estudantes se queixavam de que não havia os valores de resistência dos resistores, então não seria possível aplicar a fórmula para resolver a questão. Durante a discussão entre colegas, verifiquei que o conceito de divisor de tensão não estava bem sedimentado.

Visto que faltavam apenas cinco minutos para o fim da aula, montei o circuito correspondente e realizei a medição de diferença de potencial, demonstrando que era de 4V em nos três resistores de 18 ohms. Realizei a explicação da questão: Alternativa correta “B)  $U_{R1} = 4V$ ”. No circuito série, a diferença de potencial é distribuída ao longo dos componentes do circuito. A diferença de potencial sobre cada componente é proporcional à sua resistência, de acordo com a Lei de Ohm. Neste circuito, R1, R2 e R3 possuem a mesma resistência, logo a diferença de potencial da fonte é distribuída igualmente entre os resistores, de forma que  $U_{R1} = 4V$ ,  $U_{R2} = 4V$  e  $U_{R3} = 4V$ . Uma melhoria na questão 4, pode ser a atribuição de valores de resistência iguais aos resistores R1, R2 e R3.

O tempo de aula foi subdimensionado, encerrando o segundo período na primeira votação da quarta questão. O estender do tempo de aula se deu principalmente devido à cópia de matéria no caderno por parte dos estudantes, que tomou bastante tempo, pelo processo do método *Peer Instruction*, com o qual os estudantes não estavam familiarizados. Apesar disso, os objetivos docentes planejados até o momento foram atingidos.

#### 4.4.3. Relato de Regência: Aula 4b - Circuito Série

**Data:** 08/09/22 - quinta-feira.

**Horário:** 19h15min às 20h e 20h15min às 21h (2h-aula).

**Turma:** 309 (3º ano).

**Sala:** Sala de Vídeo.

**Alunos presentes:** 10 (5 meninos e 5 meninas).

A aula do dia foi dedicada à continuação da aula 4, iniciei com a projeção da questão 4, realizando novamente a sua explicação e frisando a importância do conceito de divisor de tensão no circuito série. Utilizei a apresentação de *slides* sobre circuito série (APÊNDICE F) para expor as características do circuito.

Passei para a segunda metade da apresentação, na qual expus eletrodomésticos do dia a dia que são utilizados em série e expliquei o funcionamento de cada um, destacando como a ligação em série do circuito impacta em seu funcionamento. Passando pelas luzes de natal, interruptor ou chave liga/desliga, fusível e disjuntor. A atenção da turma nessa etapa foi bastante satisfatória, várias dúvidas pertinentes com relação ao funcionamento dos eletrodomésticos e sobre medidas de segurança foram feitas e a participação foi positiva. A relação com o dia a dia do estudante agregou significado à aula, um recurso que considero importante em práticas docentes futuras como professor.

Disponibilizei a Avaliação 1: uma lista de exercícios com quatro exercícios sobre circuito série (APÊNDICE E) e recomendei que fosse resolvida individualmente ou em duplas. Poucos estudantes aproveitaram o tempo em aula para resolver a lista. O estudante B tinha faltado às duas aulas anteriores, perdendo assim toda a explicação sobre o circuito série. De posse da apresentação de *slides*, expliquei o funcionamento do circuito individualmente. Alguns outros estudantes também apresentaram dúvidas com relação aos exercícios da Avaliação 1.

Ao fim do quinto encontro, percebi o impacto da falta de frequência dos alunos na unidade didática. Desde a primeira aula, a frequência da turma foi de cerca de 10 alunos, menos da metade dos alunos matriculados. Ainda assim, não foram os mesmos 10: poucos alunos compareceram rigorosamente às cinco aulas. A dificuldade de continuidade dos conteúdos é grande, porque frequentemente preciso retomar atividades, conceitos e ideias que já abordadas nas aulas passadas. Aumentar a frequência dos estudantes seria a solução ideal, porém não disponho de recursos para atingir este feito. Uma alternativa que está a meu alcance é procurar planejar as aulas de forma que tenham início, meio e fim bem definidos, abordando um conceito por completo em cada aula, sem deixar pendências para a aula seguinte.

#### 4.5. Aula 5 - Laboratório Didático: Circuito Paralelo

##### 4.5.1. Plano de aula: Aula 5 - Laboratório Didático: Circuito Paralelo

**Data:** 15/09/22 - 19h15min às 20h e 20h15min às 21h.

**Duração:** 2h-aula.

**Tópicos:**

- Laboratório Didático: Circuito Paralelo.

**Objetivos docentes:**

- Realizar montagens experimentais em grupos: circuito paralelo;
- Realizar a exposição dialogada no quadro branco sobre circuito paralelo.

**Procedimentos:**

Atividade Inicial (~15 min):

Problematização inicial:

Questionarei: “Se em uma casa, nós quisermos poder instalar duas lâmpadas com interruptores diferentes, que possam ser ligadas e desligadas sem interferir uma no funcionamento da outra. Podemos fazê-lo com um circuito série semelhante ao que montamos no laboratório passado?”

Demonstração experimental (~10min):

Apresentarei os componentes de um circuito para ligar duas lâmpadas em série: fonte de alimentação 12V, base para conexão de alimentação 12V, três cabos condutores garra jacaré, duas chaves liga/desliga, e duas lâmpadas incandescentes. Demonstrarei que no circuito série montado, é impossível ligar e desligar as lâmpadas de forma independente: as duas permanecem ao mesmo tempo ligadas ou desligadas.

Anunciarei um desafio, registrado no quadro-branco:

- Desafio: Monte um circuito com duas lâmpadas que possam ser ligadas e desligadas de forma independente e em luminosidade máxima, sem que uma interfira no funcionamento da outra. Desenhe o esquema elétrico do circuito montado.

Desenvolvimento (~70 min):

Prática experimental(~30min):

Agruparei a turma em três grupos e entregarei um *kit* de componentes para cada grupo, contendo:

- Uma base para conexão de alimentação 12V;
- Duas lâmpada incandescentes 12V 5W;
- Duas chaves liga/desliga;
- Dois resistores 18 ohms 10W;
- Seis cabos condutores garra jacaré.

Vou monitorar e auxiliar os grupos a resolver o desafio. Após a resolução do problema através da montagem de um circuito paralelo, farei uma exposição dialogada: desenhando no quadro, com auxílio dos estudantes, os esquemas elétricos dos circuitos montados pelos grupos. Solicitarei aos estudantes que realizem montagens com diferentes ordens dos componentes e diferentes polaridades dos componentes, que verifiquem se esses fatores alteram o funcionamento do circuito. O esquema elétrico do circuito paralelo previsto para a solução do desafio está ilustrado na figura 13, seguido do circuito montado na figura 14.

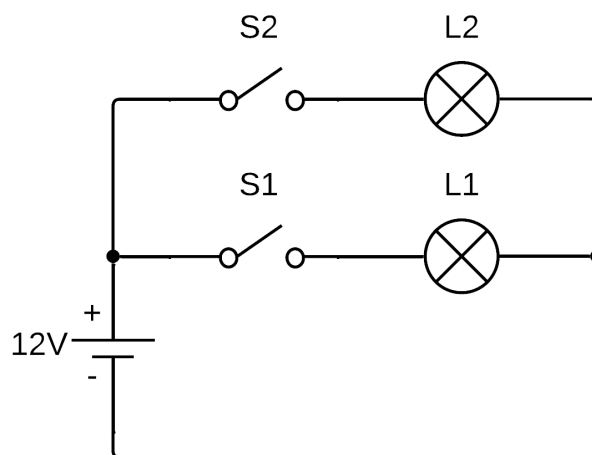


Figura 13: Esquema elétrico do circuito paralelo previsto para o desafio.

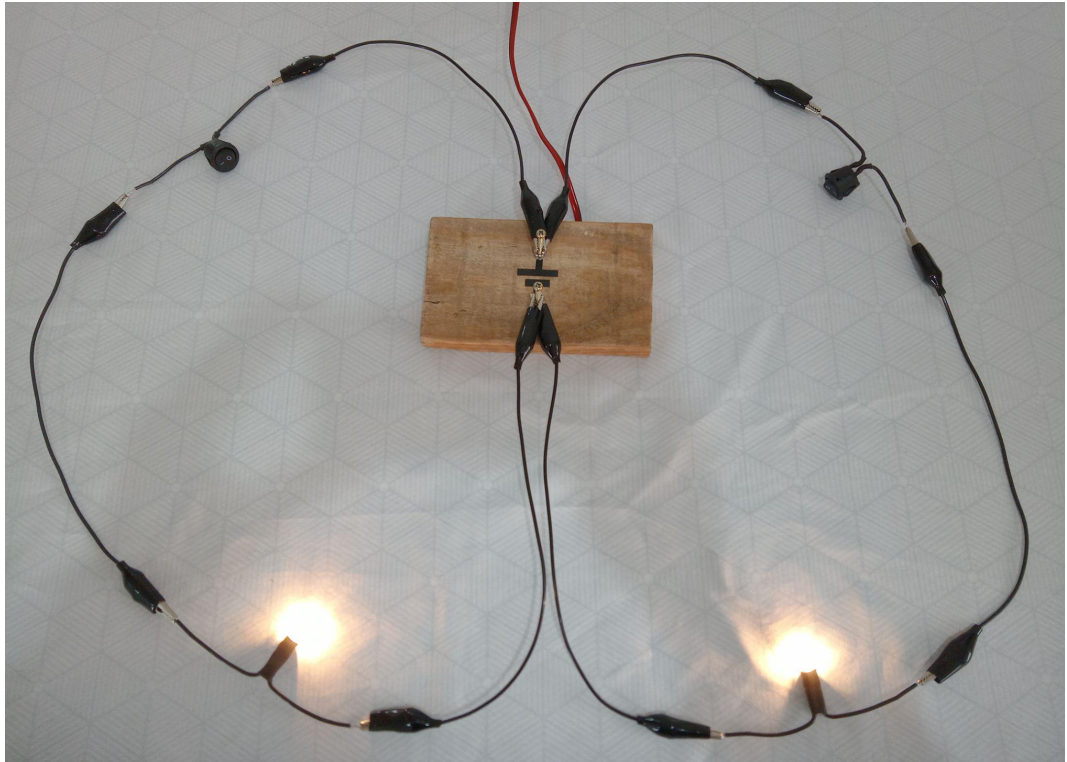


Figura 14: Circuito paralelo previsto para o desafio.

Análise experimental (~30min):

Questionarei a turma: “O que está acontecendo? Por que com esse tipo de ligação é possível ligar as lâmpadas de forma independente? Como esse circuito difere do circuito série? Como podemos analisar o funcionamento deste circuito paralelo com o multímetro?”

Instruirei os três grupos a manterem montado o circuito do desafio. Demonstrarei como se faz a utilização do multímetro para medir a corrente elétrica nos componentes do circuito. Realizarei a medição da corrente elétrica associada a cada componente (chave S1, chave S2, lâmpada L1, lâmpada L2) em um dos grupos. Desenharei no quadro-branco as quatro configurações possíveis para ligação das lâmpadas, ilustradas na figura 15. Os valores das medições também serão registrados no quadro-branco diretamente no esquema elétrico, próximos a cada componente, representando o caminho percorrido pela corrente elétrica. Os estudantes deverão desenhar em seu caderno os esquemas elétricos das quatro configurações possíveis de ligação do circuito, além de anotar os valores das medições.

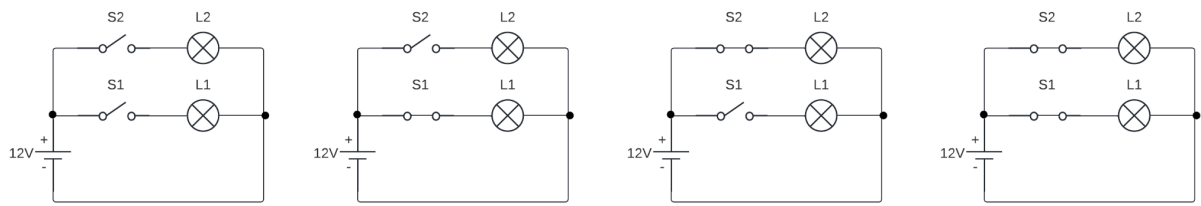


Figura 15: Quatro configurações possíveis para o circuito paralelo montado.

Verificarei que há dois caminhos distintos para a circulação de corrente, formando um divisor de corrente, de forma que cada chave controla a ligação de apenas uma lâmpada, em luminosidade máxima. Nos circuitos montados, o valor da corrente elétrica total fornecida pela fonte de tensão depende de quantas lâmpadas estão energizadas.

Realizarei junto aos estudantes, a medição da diferença de potencial associada a cada componente (chave S1, chave S2, lâmpada L1, lâmpada L2). Os valores das medições serão registrados no quadro-branco. Verificarei que nos circuitos montados a diferença de potencial nas lâmpadas é igual à da fonte de alimentação, salvo quando uma chave interrompe a continuidade de um circuito.

**Recursos:** MUC, uma fonte de alimentação entrada 110/220VAC saída 12VDC 3A, três bases para conexão de alimentação 12V, seis lâmpadas incandescentes 12V 5W, seis chaves liga/desliga, seis resistores  $18\Omega$  10W, dezoito cabos condutores garra jacaré, uma extensão elétrica e um multímetro digital.

**Avaliação:** Participação e anotação da prática experimental.

**Observações:** A aula ocorreu como o previsto. Os objetivos docentes foram alcançados.

#### 4.5.2. Relato de Regência: Aula 5 - Laboratório Didático: Circuito Paralelo

**Data:** 15/09/22 - quinta-feira.

**Horário:** 19h15min às 20h e 20h15min às 21h (2h-aula).

**Turma:** 309 (3º ano).

**Sala:** Sala de Vídeo.

**Alunos presentes:** 10 (6 meninos e 4 meninas).

Iniciei a organização da Sala de Vídeo com trinta minutos de antecedência, empilhando os *chromebooks* de uma das mesas para ganhar espaço para a prática de

experimental. Distribuí as três bases para conexão de alimentação 12V ao longo da mesa, na qual há 16 lugares. Quando a turma chegou, aloquei os dez estudantes na mesma mesa. A problematização inicial da aula ocorreu como previsto e foi registrada diretamente no quadro branco. Apresentei o desafio e os componentes do circuito, montando um circuito série de duas lâmpadas e demonstrando que com ele não se pode controlar o ligamento de duas lâmpadas de forma independente: as duas ficam simultaneamente ligadas ou desligadas.

Distribuí os *kits* e os três grupos (dois compostos por três alunos e um composto por quatro alunos) iniciaram a prática para resolver o desafio. Dois grupos resolveram rapidamente o problema em cerca de cinco minutos, o terceiro levou mais tempo e interagiu com os demais para entender a conexão dos componentes do circuito. Acompanhei as montagens e solicitei aos grupos que me apresentassem o seu funcionamento.

Quando os três grupos tinham a montagem do circuito pronta e funcionando, relembrei que a próxima etapa do desafio é desenhar o esquema elétrico do circuito montado no caderno. Todos os grupos apresentaram dificuldades nessa etapa, que tomou o resto do primeiro período de aula. As principais dúvidas eram com relação à simbologia dos componentes do circuito e como se representam as conexões físicas em um esquema elétrico. Assessoriei os estudantes na atividade, que apresentavam seus desenhos para correção.

Apesar da minha insistência, apenas metade dos estudantes desenhou seus esquemas elétricos, a outra metade postergou o desenho aguardando a correção. Aos grupos que já tinham terminado seus esquemas elétricos, entreguei motores de corrente contínua 12V e um microventilador 12V, sugeri que montassem diferentes circuitos e experimentassem ligações diferentes, buscando entender como funcionam, conforme ilustra a figura 16.



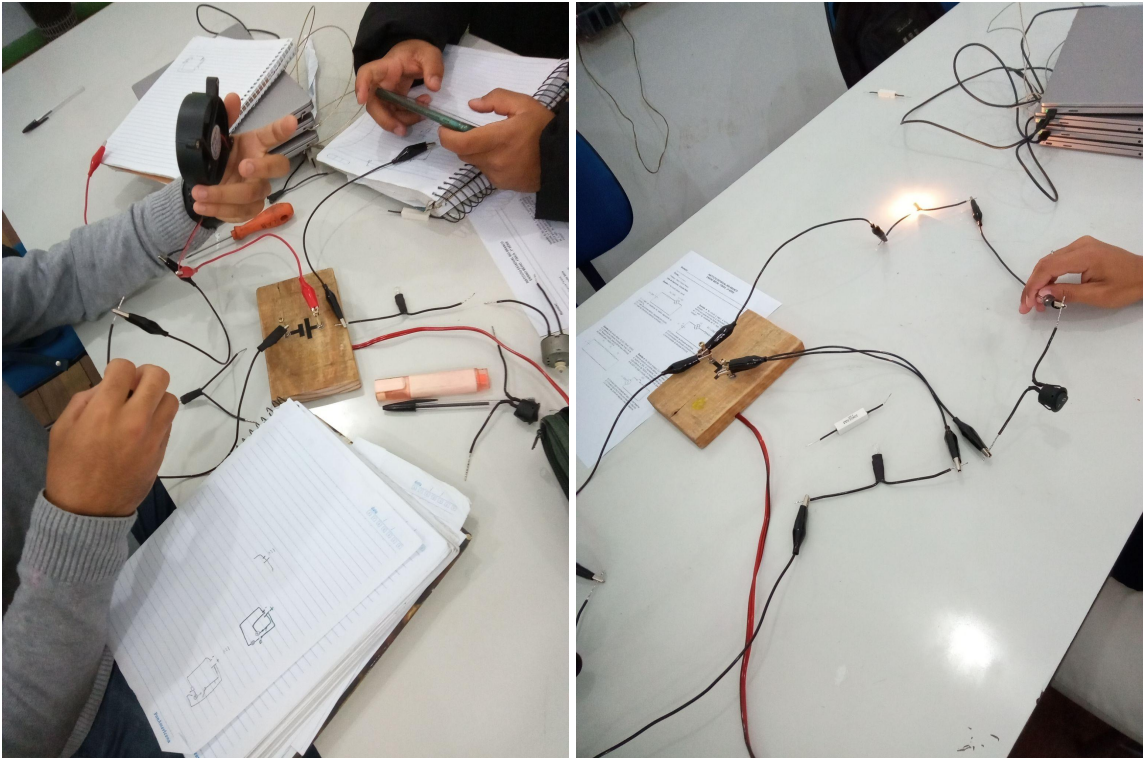


Figura 16: Estudantes realizando experimentação e análise de circuitos.

No segundo período de aula, após o intervalo, iniciei a exposição dialogada da análise da prática experimental. Questionei a turma: “Como é possível que neste circuito, as duas lâmpadas podem funcionar sem que uma interfira no funcionamento da outra?”. A explicação elaborada pelos participantes foi: que havia fios separados para cada lâmpada, eram conexões diferentes.

Desenhei no quadro branco o esquema elétrico do circuito, demonstrando cada elemento durante a sua inserção no desenho. Afirmei que a turma estava correta, nesta topologia chamada circuito paralelo, há caminhos independentes para a circulação de corrente elétrica.

Solicitei que um grupo mantivesse o circuito montado e cedi o multímetro para um aluno voluntário que deveria medir a diferença de potencial em cada componente do circuito, seguindo as minhas orientações. No segundo quadro branco, conforme a figura 17, desenhei três configurações diferentes em que este circuito paralelo pode estar conectado:

- a) Com S1 e S2 abertas (L1 e L2 desligadas);
- b) Com S1 fechada e S2 aberta (L1 ligada e L2 desligada);
- c) Com S1 e S2 fechadas (L1 e L2 ligadas).

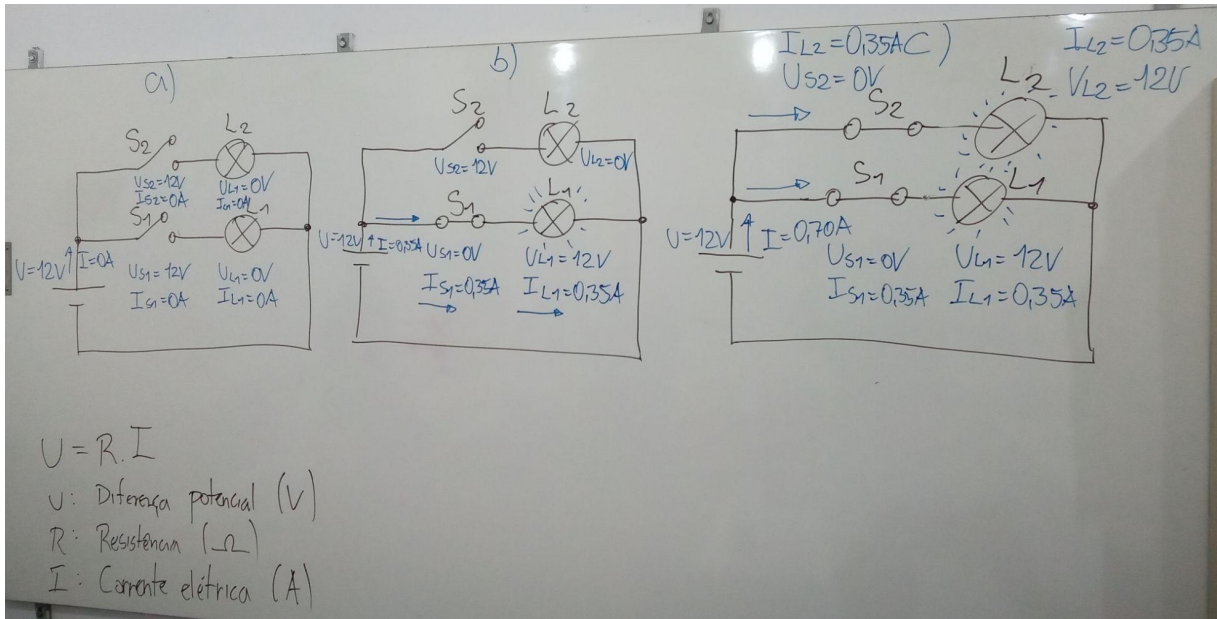


Figura 17: Análise experimental registrada no quadro branco.

Orientando o grupo voluntário, os estudantes mediram as diferenças de potencial nas três configurações do circuito, anotadas por mim no quadro branco, seguidas de explicações relacionadas ao comportamento da diferença de potencial no circuito paralelo.

Procurando uma relação com circuitos domésticos, questionei a turma: “Em qual configuração gastamos mais energia elétrica?”. A turma prontamente respondeu que era na configuração c), pois havia mais lâmpadas ligadas. Prossegui com a medição de corrente elétrica nos circuitos, atentando para a necessidade de medir a corrente de cada lâmpada, mas também a corrente total do circuito nas três configurações. Concluímos que:

- Na configuração a), nenhuma lâmpada está ligada, a corrente elétrica nas lâmpadas vale  $I_{L1} = I_{L2} = 0A$ , assim como a corrente total do circuito  $I = 0A$ .
- Na configuração b), L1 está ligada e  $I_{L1} = 0,35A$ , L2 está desligada e  $I_{L2} = 0A$ . Já a corrente total do circuito  $I = 0,35A$ .
- Na configuração c), L1 e L2 estão ligadas, logo  $I_{L1} = I_{L2} = 0,35A$ . Já a corrente total do circuito  $I = 0,70A$ .

Observamos que na situação c), na qual se gasta mais energia elétrica, a corrente total do circuito é o somatório das correntes das duas lâmpadas, uma grandeza que evidencia essa diferença. Encaminhei os comentários finais e encerrei a aula.

O laboratório didático foi uma atividade muito interessante, fiquei impressionado com a rapidez com que os grupos resolveram a primeira parte do desafio: Quase que intuitivamente montaram o circuito previsto e me apresentaram seu funcionamento. Considero que, na turma do estágio, se houvesse uma terceira atividade de laboratório, eu

poderia aumentar o grau de dificuldade de um problema fechado, ou ainda aumentar o grau de liberdade da atividade, deixando o próprio problema mais aberto. Para próximas experiências docentes, pretendo permanecer atento para ajustar o grau de liberdade e de dificuldade das atividades experimentais.

A segunda parte do desafio, que era o desenho do esquema elétrico do circuito, se mostrou mais difícil do que eu esperava. Já havia demonstrado esquemas elétricos em duas aulas: no laboratório sobre circuito série e na aula expositiva de circuito série, porém os estudantes levaram mais de 30 minutos no desenho dos esquemas e apenas 3 dos 10 estudantes me mostraram seus desenhos que, após algumas tentativas, chegaram ao resultado correto. O restante dos alunos desistiram. Desenhar esquemas elétricos não é uma habilidade que considero de grande importância na formação escolar, então acredito não ser necessários maiores esforços para melhorar esta habilidade. Procurarei focar na interpretação de esquemas elétricos, que é importante tanto para vestibulares quanto para a vida após a escola.

#### 4.6. Aula 6 - Circuito Paralelo

##### 4.6.1. Plano de aula: Aula 6 - Circuito Paralelo

**Data:** 22/09/22 - 19h15min às 20h e 20h15min às 21h.

**Duração:** 2h-aula.

#### **Tópicos:**

- Circuito paralelo;
- Divisor de corrente;
- Resistor equivalente no circuito paralelo;
- Sobrecarga.

#### **Objetivos docentes:**

- Retomar a discussão sobre o laboratório didático da aula anterior, formalizando o conceito de circuito paralelo;
- Explicar o divisor de corrente no circuito paralelo;
- Explicar o cálculo de resistor equivalente no circuito paralelo;
- Verificar a aprendizagem de conceitos através do método *Peer Instruction*;

- Explicar o funcionamento de alguns eletrodomésticos utilizados em paralelo: Instalação geral da casa, lâmpadas com mesmo interruptor, adaptador Benjamim ou T, filtro de linha;
- Demonstrar no projetor multimídia situações de risco que podem causar sobrecarga, derretimento e incêndio, relacionando com o conceito de divisor de corrente;
- Disponibilizar a Avaliação 2: uma lista de exercícios com quatro exercícios sobre circuito paralelo a ser resolvida individualmente (APÊNDICE G);
- Disponibilizar material sobre circuito paralelo no portal *Google classroom* (Apêndice H).

### **Procedimentos:**

#### Atividade Inicial (~10 min):

Solicitarei aos estudantes que peguem seus cadernos para continuar o estudo sobre circuitos paralelo. Retomarei o experimento da aula anterior, lembrando dos esquemas elétricos desenhados e das medições obtidas.

#### Desenvolvimento (~80 min):

##### Exposição conceitual com *Peer Instruction* (~60min):

Para a discussão conceitual de circuito série, utilizarei como referencial bibliográfico o livro Física Conceitual de Paul G. Hewitt – 12. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2015. O conteúdo será escrito no quadro branco para que os estudantes copiem em seus cadernos. As questões 1 a 4 serão expostas com o projetor multimídia. Para cada uma das questões, após a segunda votação, irei montar o circuito correspondente para demonstrar o seu funcionamento e fazer a explicação.

O circuito paralelo é um circuito no qual os componentes são conectados em paralelo, de forma que há diferentes caminhos para a circulação de corrente elétrica. Pode haver diferentes valores de corrente elétrica percorrendo cada componente do circuito.

- Questão 1: (Adaptado do teste SMA (SILVEIRA, 1989))  
No circuito a seguir, pode-se afirmar que:  
A) L1 e L2 têm o mesmo brilho, que é menor que o de L3.  
B) L1 tem brilho maior que L2, que é maior que o de L3.  
C) L1 e L3 têm o mesmo brilho, que é maior que o de L2.  
D) L1, L2 e L3 têm o mesmo brilho.

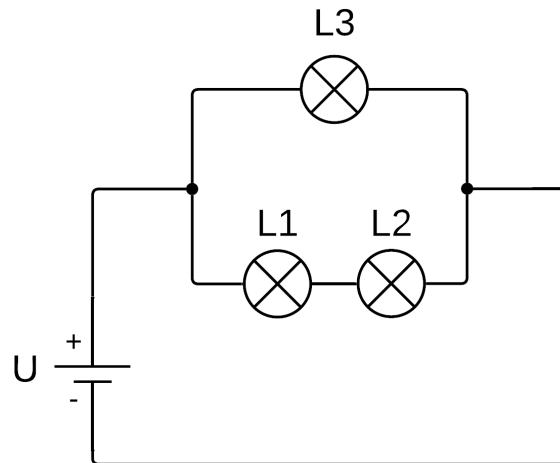


Figura 18: Circuito referente à questão 1.

A corrente elétrica total  $I$  fornecida pela fonte de tensão se divide nos laços do circuito, formando um divisor de corrente, e pode ser estimada como a soma das correntes que circulam em cada componente:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \dots + I_n$$

- Questão 2: (Adaptado de DORNELES, ARAUJO, VEIT, 2006):

No circuito a seguir, a diferença de potencial  $U$  e a resistência de  $R_2$  permanecem constantes. Se o resistor  $R_1$  tiver a sua resistência reduzida em 50%, pode-se afirmar que:

- A) A corrente  $I$  diminuirá.
- B) A corrente  $I$  aumentará.
- C) A corrente  $I$  permanecerá a mesma.

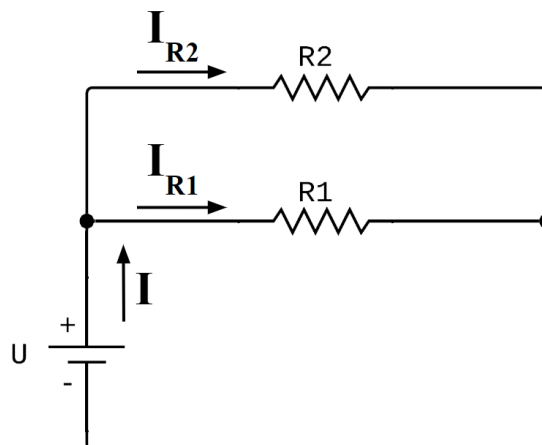


Figura 19: Circuito referente à questão 2.

A corrente elétrica que percorre cada componente do circuito é inversamente proporcional à sua resistência e pode ser calculada através da Lei de Ohm, aplicada separadamente em cada componente:

$$I_1 = U/R_1$$

$$I_2 = U/R_2$$

$$I_3 = U/R_3$$

No circuito paralelo, a diferença de potencial total fornecida pela fonte de tensão permanece constante e é fornecida para cada um dos componentes, de forma que a mesma diferença de potencial  $U$  está presente entre os terminais de todos os componentes do circuito.

$$U = U_1 = U_2 = U_3 \dots = U_n$$

A corrente elétrica enfrenta, ao mesmo tempo, resistência do primeiro componente do circuito, do segundo, do terceiro e assim por diante. O inverso da resistência elétrica equivalente é igual soma do inverso das resistências elétricas dos resistores associados em paralelo:

$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 \dots + 1/R_n$$

O resistor não se trata de um componente real, trata-se uma representação feita através de um resistor que equivale a todos os componentes do circuito e, portanto, pode ajudar no entendimento do circuito.

- Questão 3: Nos circuitos 3a e 3b, a diferença de potencial  $U$  permanece constante e todos os resistores têm o mesmo valor de resistência. Sobre a resistência equivalente  $R_{eq}$  dos circuitos, pode-se afirmar que:
  - A)  $R_{eq}$  de 3b é menor que a de 3a.
  - B)  $R_{eq}$  de 3b é maior que a de 3a.
  - C)  $R_{eq}$  de 3b é igual à de 3a.

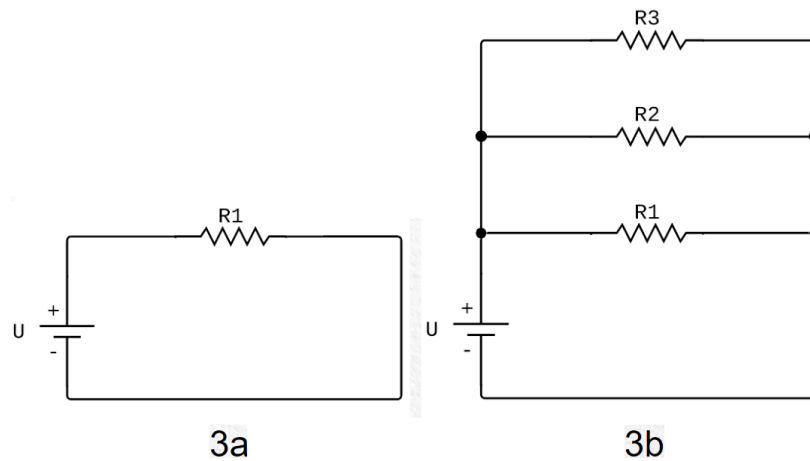


Figura 20: Circuito referente à questão 3.

- Questão 4: (Adaptado do teste SMA (SILVEIRA, 1989))  
 No circuito a seguir, S1 é um interruptor aberto. Ao fechar o interruptor S1:  
 A) O brilho de L1 diminui.  
 B) O brilho de L1 aumenta.  
 C) O brilho de L1 permanece o mesmo.

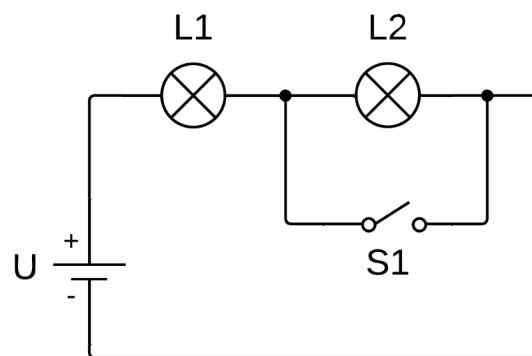


Figura 21: Circuito referente à questão 4.

Explicarei o funcionamento de alguns eletrodomésticos utilizados em paralelo: Instalação geral da casa, lâmpadas com mesmo interruptor, adaptador Benjamim ou T, filtro de linha. Relacionarei a sua utilização com o divisor de corrente do circuito paralelo e alertar para os riscos de sobrecarga.

Resolução de exercícios (~20 min):

Entregarei uma lista impressa com quatro exercícios sobre circuito paralelo a serem resolvidos individualmente como a Avaliação 2.

Fechamento (~5 min):

Abrirei um espaço para dúvidas e sugestões dos alunos. Descreverei o que será tratado na próxima aula: Uma demonstração experimental interativa para verificar os conceitos de diferença de potencial e corrente elétrica aplicados em circuitos série e paralelo.

**Recursos:** MUC, *notebook*, projetor multimídia, *plickers* para *Peer Instruction*, telefone celular com aplicativo *Plickers*. Uma fonte de alimentação entrada 110/220VAC saída 12VDC 3A, uma base para conexão de alimentação 12V, três lâmpadas incandescentes 12V 5W, uma chave liga/desliga, três resistores  $18\Omega$  10W, sete cabos condutores garra jacaré, uma extensão elétrica e um multímetro digital.

**Avaliação:** Questões *Peer Instruction*, Lista de exercícios.

**Observações:** O segundo período de aula terminou após a demonstração experimental da questão 4. A lista de exercícios foi entregue aos estudantes, porém não foi disponibilizado tempo em sala de aula para a resolução.

## 4.6.2. Relato de Regência: Aula 6 - Circuito paralelo

**Data:** 22/09/22 - quinta-feira.

**Horário:** 19h15min às 20h e 20h15min às 21h (2h-aula).

**Turma:** 309 (3º ano).

**Sala:** Sala de Vídeo.

**Alunos presentes:** 6 (3 meninos e 3 meninas).

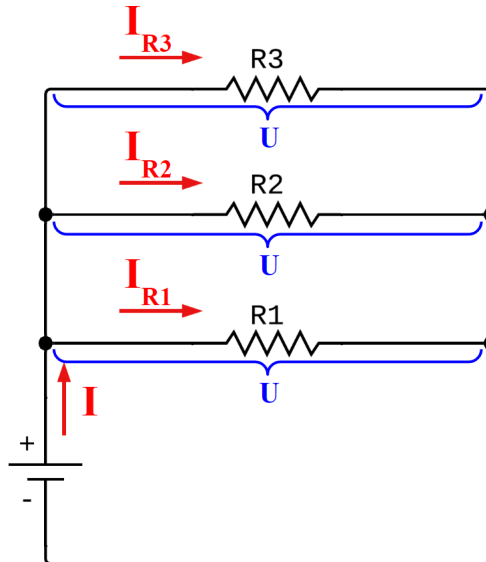
Iniciei a aula lembrando o laboratório didático da aula anterior, no qual montamos e analisamos o circuito paralelo capaz de ligar duas lâmpadas de forma independente. Relembrei os valores experimentais obtidos para a corrente elétrica dos componentes, introduzindo o conceito de divisor de corrente.

Solicitei que os estudantes pegassem seus cadernos para copiar o conteúdo referente ao circuito paralelo. Dividi o quadro em três colunas, colocando na primeira um



esquema elétrico de um circuito com uma fonte de tensão e três resistores conectados em paralelo, ao qual adicionei as grandezas elétricas à medida que foram explicadas:

Circuito Paralelo:



O circuito paralelo é um circuito no qual os componentes são conectados em paralelo, de forma que há diferentes caminhos para a circulação de corrente elétrica. Podem haver diferentes valores de corrente elétrica percorrendo cada componente do circuito.

Iniciei o método *Peer Instruction* com a questão 1 do plano de aula, exposta com o projetor multimídia. As respostas dos alunos às questões 1 a 4 estão registradas na tabela 3, grifada em negrito a alternativa correta de cada questão.

Tabela 3: Resultados das questões *Peer Instruction*.

Questão	Respostas				Índice de acerto
	A	B	C	D	
Questão 1 (1ª votação)	0	0	0	6	0%
Questão 1 (2ª votação)	4	2	0	0	67%
Questão 2 (1ª votação)	0	2	4	-	33%
Questão 2 (2ª votação)	1	1	4	-	17%
Questão 4 (1ª votação)	1	2	3	-	33%
Questão 4 (2ª votação)	*	*	*	-	*

\*A questão 4 não teve segunda votação devido ao fim da aula.

Na questão 1, a primeira votação resultou em 0% de acertos. Verifiquei que a totalidade dos estudantes votou na alternativa “D) L1, L2 e L3 têm o mesmo brilho”. Verifiquei que inicialmente, os estudantes não analisaram com calma o circuito, e o fato de haver dois caminhos para a passagem de corrente passou despercebido. Iniciamos a etapa de discussão entre alunos, na qual o circuito foi analisado com mais atenção pelos estudantes, que reconheceram que havia um caminho com duas lâmpadas e outro com uma lâmpada. Após a discussão entre os alunos, a segunda votação resultou em 67% de acertos. Montei o circuito correspondente e demonstrei que a alternativa correta era “A) L1 e L2 têm o mesmo brilho, que é menor que o de L3.” Expliquei o funcionamento do circuito, escrevendo diretamente na projeção feita no quadro branco, como ilustra a figura 22.

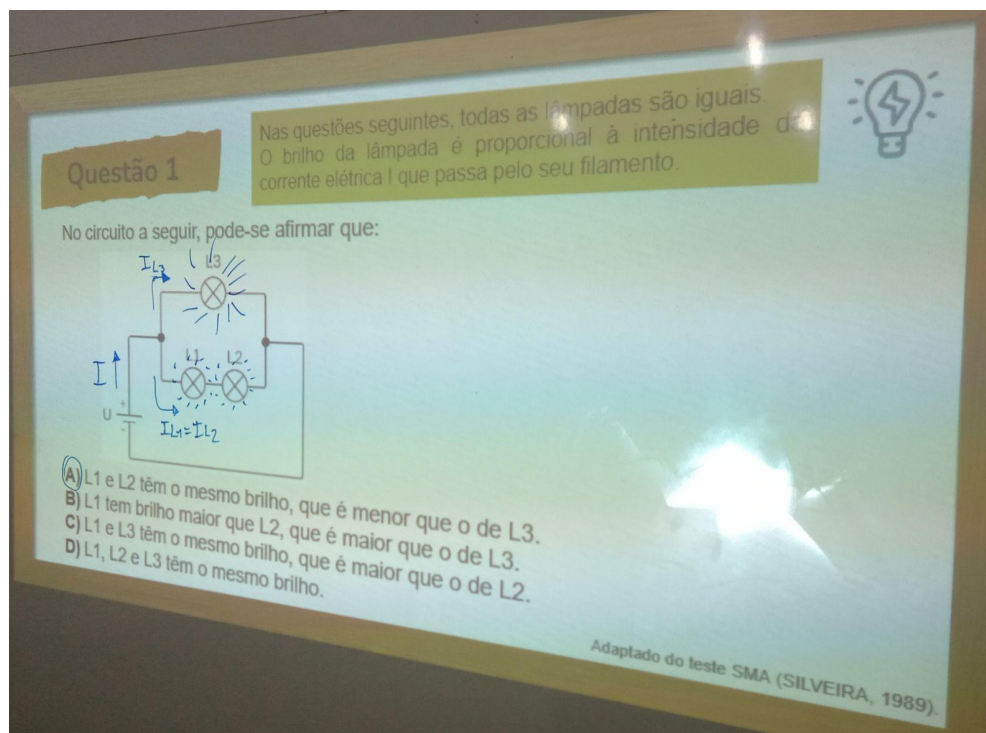


Figura 22: Explicação da questão 1 *Peer Instruction*.

Prossigui com a escrita de conteúdo no quadro branco:

A corrente elétrica total  $I$  fornecida pela fonte de tensão se divide nos laços do circuito, formando um divisor de corrente, e pode ser estimada como a soma das correntes que circulam em cada componente:

$$I = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} \dots + I_n$$

Projetei a questão 2, que em sua primeira votação apresentou 33% de acertos e 66% de votos na alternativa “C) A corrente  $I$  permanecerá a mesma.” Abri o momento de discussão enquanto preparei a montagem da demonstração da questão. Indiquei que os estudantes sempre verificassem os conceitos recém copiados nos cadernos, pois todas as questões abordavam conceitos de circuitos paralelos. A segunda votação resultou em um índice menor de acertos: 17%, pois uma aluna que tinha votado na alternativa correta mudou seu voto para uma a alternativa “A) A corrente  $I$  diminuirá”.

Montei o circuito correspondente e demonstrei, através da medição com amperímetro, que a alternativa correta era “B) A corrente  $I$  aumentará.” Apresentei novamente o conceito do divisor de tensão no circuito paralelo, frisando que a corrente  $I$  é o somatório das outras. No circuito montado, a corrente elétrica total  $I$  fornecida pela fonte de tensão pode ser estimada como:

$$I = I_{R1} + I_{R2}$$

Se o valor de resistência de  $R1$  é reduzido, pela Lei de Ohm, sua corrente  $I_{R1}$  aumenta, então a corrente total  $I$  também aumenta.

Prossegui com a escrita de conteúdo:

A diferença de potencial fornecida pela fonte de tensão permanece constante e é fornecida para cada um dos componentes, de forma que a mesma diferença de potencial  $U$  está presente entre os terminais de todos os componentes do circuito:

$$U = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3} \dots = U_n$$

A corrente elétrica que percorre cada componente do circuito é inversamente proporcional à sua resistência e pode ser calculada através da Lei de Ohm, aplicada separadamente em cada componente:

$$I = \frac{U}{R} \quad \begin{array}{l} I_1 = \frac{U}{R1} \\ I_2 = \frac{U}{R2} \\ I_3 = \frac{U}{R3} \end{array}$$

A corrente elétrica enfrenta, ao mesmo tempo, a resistência do primeiro componente do circuito, do segundo, do terceiro e assim por diante. O inverso da resistência elétrica equivalente  $R_{eq}$  é igual à soma do inverso das resistências elétricas dos resistores associados em paralelo:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} \dots + \frac{1}{Rn}$$

Visto que a aula se aproximava do fim, para poupar tempo, fiz uma exposição dialogada da questão 3, sem abrir a votação *Peer Instruction*. Montei e demonstrei a medição de resistência elétrica com um resistor e depois com três resistores em paralelo, evidenciando que quanto mais resistores conectados, menor é a resistência equivalente no circuito paralelo.

Prossigui para a questão 4, que em sua primeira votação apresentou 33% de acertos, com a maioria de respostas em uma mesma alternativa (50%) na alternativa “C) O brilho de L1 permanece o mesmo.” Passei para a etapa de discussão, já nos minutos finais da aula. Montei o circuito e demonstrei seu funcionamento, o resultado foi surpreendente para os estudantes, que não esperavam que uma lâmpada apagasse com o fechamento de um interruptor.

Expliquei o funcionamento do circuito, indicando como alternativa correta “B) O brilho de L1 aumenta.” O interruptor S1 está conectado em paralelo com L2. Quando o interruptor S1 é fechado, há um caminho alternativo para a corrente passar por S1, conectando L1 diretamente ao polo negativo da fonte U. Dessa forma, toda a diferença de potencial U está sobre a lâmpada L1, na qual circula mais corrente, logo seu brilho aumenta. L2 está em paralelo com S1, de forma que a mesma diferença de potencial está sobre ambos, se S1 é fechado  $U_{S1} = U_{L2} = 0V$ , então L2 se apaga.

Como fechamento, disponibilizei a Avaliação 2: uma lista de exercícios com quatro exercícios sobre circuito paralelo a ser resolvida individualmente (APÊNDICE G), e encerrei a aula mostrando os *slides* de eletrodomésticos conectados em paralelo no projetor multimídia. Recomendei que os estudantes consultassem este material, que foi disponibilizado no portal *Google Classroom*. Os estudantes me solicitaram tempo em sala de aula para resolver e tirar dúvidas sobre as duas avaliações, concordei em cedê-lo na aula seguinte.

#### 4.7. Aula 7 - Circuitos Série e Paralelo

##### 4.7.1. Plano de aula: Aula 7 - Circuitos Série e Paralelo

**Data:** 29/09/22 - 19h15min às 20h e 20h15min às 21h.

**Duração:** 2h-aula.

#### **Tópicos:**

- Circuito série;

- Circuito paralelo.

**Objetivos docentes:**

- Apresentar o painel de lâmpadas série e paralelo;
- Explicar o funcionamento do método POE;
- Aplicar três testes através do método POE para prever, observar e explicar o funcionamento de circuitos série e paralelo;
- Disponibilizar tempo em aula para a realização das avaliações 1 e 2;
- Apresentar o simulador computacional de circuitos elétricos *PhET*;
- Demonstrar a utilização da simulação computacional como instrumento ao entendimento de circuitos elétricos.

**Procedimentos:**Atividade Inicial (~10 min):

Apresentarei o painel de lâmpadas série e paralelo e explicarei em linhas gerais como funciona o método POE (Prever, Observar, Explicar): O professor proporá algumas questões no quadro, que deverão ser copiadas e respondidas pelos alunos em folhas de caderno que serão entregues ao professor no fim da aula. A cada questão, os alunos registrarão à caneta as suas respostas (Prever). Depois faremos uso do aparato experimental para observar e analisar o funcionamento do circuito (Observar). Por fim, os estudantes deverão se reunir em pequenos grupos, consultar seus cadernos e montar em conjunto, se necessário, uma segunda explicação que explique a observação utilizando os conceitos físicos estudados (Explicar).

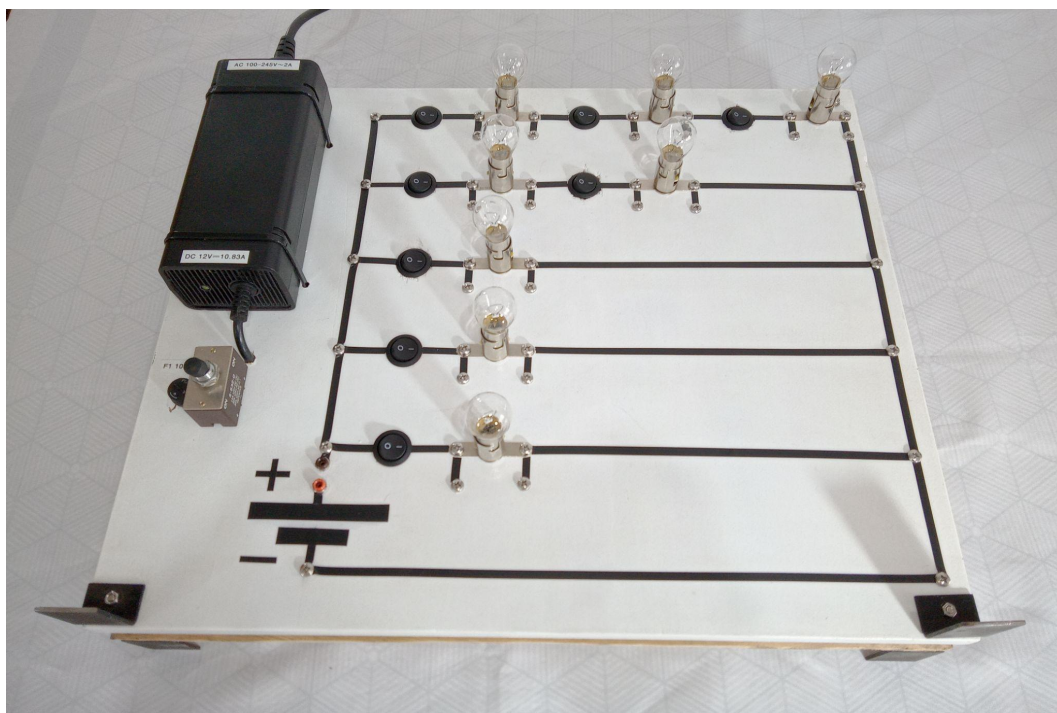


Figura 23: Painel de lâmpadas série e paralelo.

Desenvolvimento (~80min):

Análise de circuitos elétricos com método POE (~35min):

Apresentarei um conjunto de questões relacionadas à compreensão de circuitos série e paralelo:

- A cada questão, solicitarei aos estudantes que registrem as respostas em seus cadernos individualmente e à caneta (Predizer).
  - A cada questão, utilizarei o painel de lâmpadas para verificar as hipóteses registradas pelos estudantes na etapa anterior. Convidarei os estudantes a se aproximarem do painel, tocar, realizar as medidas, registrar as medidas no quadro (Observar).
  - A cada questão, após a demonstração no painel de lâmpadas, solicitarei que os estudantes se reúnam em duplas ou trios para discutir o comportamento do circuito e montar em conjunto uma segunda explicação sobre a observação realizada. Orientarei que consultem seus cadernos à procura de conceitos que possam auxiliar nessa etapa. (Explicar).
- Questão 1: As lâmpadas L1, L2, L3, L4 e L5 são idênticas, com mesma resistência elétrica e seu brilho é proporcional à intensidade da corrente

elétrica que percorre o seu filamento. Analise os três circuitos a seguir e ordene o brilho das lâmpadas, da mais brilhante para a menos brilhante.

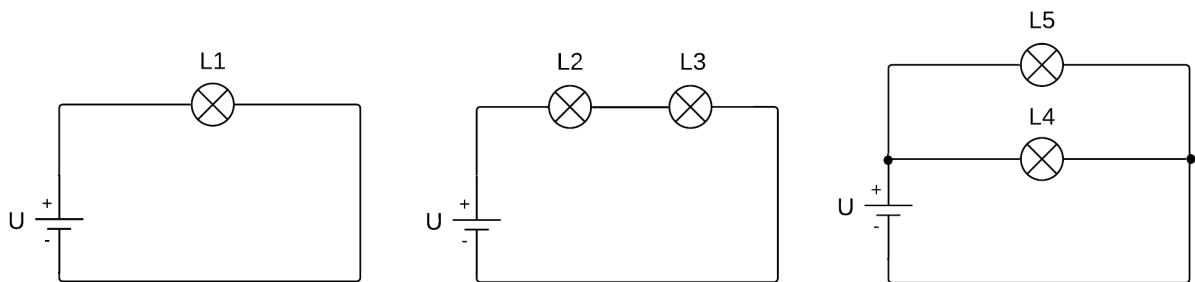


Figura 24: Circuito referente à questão 1.

Tabela 4: Tabela de resposta para a questão 1.

Mais brilhante	Lâmpada(s)
Mais brilhante	

- Questão 2: Para os circuitos a) e b), indique o valor de diferença de potencial entre os pontos solicitados:

Tabela 5: Tabela de resposta para a questão 2.

Pontos	Diferença de potencial (V)	
	Circuito a)	Circuito b)
1 e 2		
2 e 3		
3 e 4		
1 e 4		

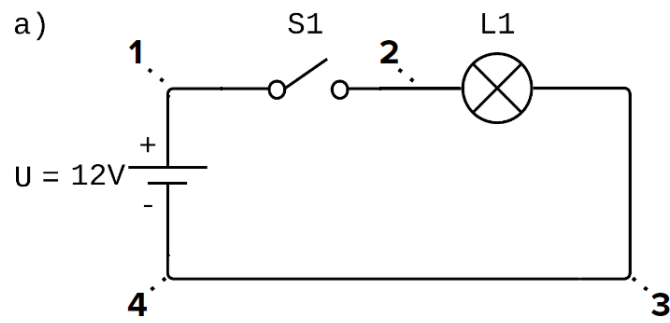


Figura 25: Circuito referente à questão 2 item a).

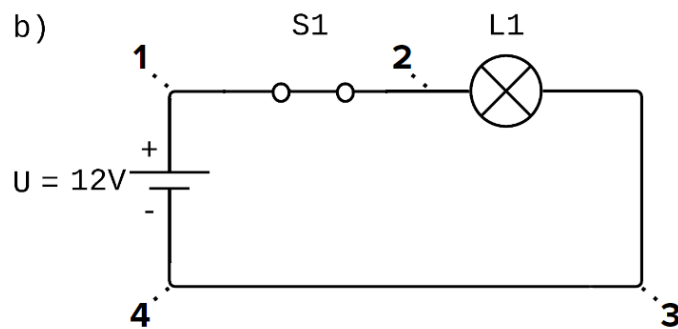


Figura 26: Circuito referente à questão 2 item b).

- Questão 3: Inicialmente os resistores  $R_1$  e  $R_2$  têm a mesma resistência. O que acontece com a intensidade da corrente  $I$  caso a resistência do resistor  $R_2$  seja aumentada em 40%?

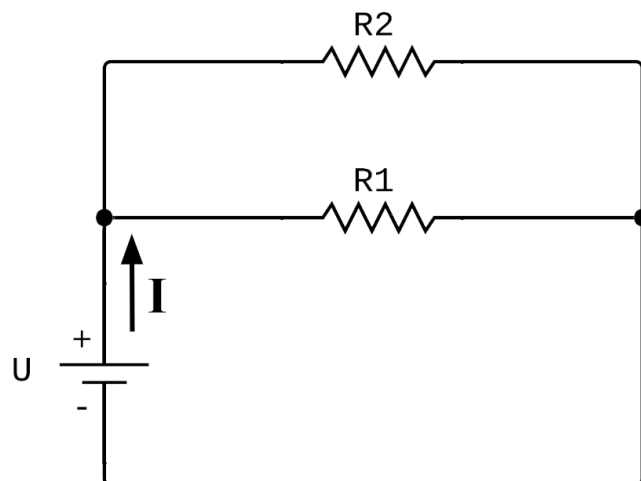


Figura 27: Circuito referente à questão 3.



#### Resolução de exercícios (~35min):

Disponibilizarei o restante da aula para finalização das avaliações 1 e 2, permanecendo disposto a solucionar dúvidas e receber as avaliações concluídas.

#### Fechamento (~10min):

Apresentarei o simulador de circuitos elétricos PhET Circuit Construction Kit: DC - Virtual Lab<sup>1</sup>, no qual é possível montar diversos circuitos semelhantes aos montados pela turma nos laboratórios didáticos. Explicarei que o simulador é uma ferramenta que utiliza os conceitos e leis da Física para construir um programa de computador capaz de prever o funcionamento de alguns circuitos sem a necessidade de montá-los. Indicarei aos estudantes que utilizem o simulador como ferramenta de apoio para o entendimento de circuitos elétricos.

**Recursos:** MUC, painel de lâmpadas série e paralelo, multímetro digital, *notebook*, extensão elétrica.

**Avaliação:** Participação nas predições, observações e explicações dos problemas, Lista de exercícios.

**Observações:** A atividade POE ocorreu como previsto, porém tomou os dois períodos de aula, a resolução de dúvidas referentes às listas ficou para o fechamento nos 10 minutos finais. Não foi apresentado o simulador *PhET*.

#### 4.7.2. Relato de Regência: Aula 7 - Circuitos Série e Paralelo

**Data:** 29/08/22 - quinta-feira.

**Horário:** 19h15min às 20h e 20h15min às 21h (2h-aula).

**Turma:** 309 (3º ano).

**Sala:** Sala 01.

**Alunos presentes:** 10 (8 meninos e 2 meninas).

A atividade inicial da aula foi a apresentação do painel de lâmpadas série e paralelo. Os estudantes já estavam familiarizados com o funcionamento de lâmpadas incandescentes devido aos laboratórios didáticos. Expliquei como funcionaria a dinâmica do método POE e solicitei que os estudantes pagassem uma folha de caderno para iniciar a atividade.

---

<sup>1</sup> Disponível em:

[https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_en.html). Acesso em: 12 out 2022.

Escrevi no quadro a questão 1 e desenhei os esquemas elétricos, seguido da explicação da questão e de como deveria ser o formato da resposta. Destaquei que nessa questão as grandezas centrais são a resistência e a corrente elétrica. Disse para os estudantes que não era necessário copiar as questões, apenas respondê-las. Alguns estudantes copiaram as questões e os esquemas, o que levou mais tempo na etapa “Predizer”.

Durante essa etapa, circulei pela sala de aula e percebi que alguns estudantes que estavam mais compenetrados na atividade responderam as questões rapidamente, enquanto outros não escreviam as suas respostas. Destes, dois alegaram que não sabiam a resposta pois não vieram na aula correspondente àquele conteúdo. De qualquer forma solicitei que respondessem, pois depois da observação deveriam escrever uma nova resposta utilizando os conceitos físicos que iríamos discutir. Para não penalizar os estudantes mais compenetrados e para aproveitar bem o tempo em sala de aula, segui para a etapa “Observar”.

Acionei as chaves do painel de lâmpadas para realizar as conexões representadas nos esquemas elétricos da figura 24, e observamos o brilho das lâmpadas. Os estudantes rapidamente chegaram a um consenso correto com relação à ordem do brilho das lâmpadas, de acordo com a tabela 6:

Tabela 6: Tabela de resposta para a questão 1 com respostas.

<b>Mais brilhante</b>	<b>Lâmpada(s)</b>
	L1 = L4 = L5
	L2 = L3
<b>Mais brilhante</b>	

Na etapa “Predizer”, quatro dos dez estudantes responderam à questão. Dois responderam corretamente e confirmaram suas hipóteses na observação. Outros dois estudantes responderam que  $L1 > L2 > L3 > L4 > L5$ , questionei sobre a razão desta hipótese, porém os estudantes não formularam uma resposta, acredito que foi um chute ou um ordenamento simples observando apenas a numeração das lâmpadas. Solicitei que todos copiassem a resposta, a qual também registrei no quadro branco.

Na etapa “Explicar”, solicitei que todos escrevessem em seus cadernos em uma ou duas frases uma explicação para o comportamento dos circuitos, utilizando os conceitos físicos trabalhados durante a unidade didática. Após alguns minutos, apenas dois estudantes o fizeram, então realizei a explicação oral completa do circuito, demonstrando e lembrando os conceitos de resistência elétrica e corrente elétrica, relacionando-os com o brilho das lâmpadas em cada circuito. Solicitei que todos os estudantes registrassem essa explicação com suas palavras em seus cadernos.

Prossegui para a questão 2, escrevendo seu enunciado e esquemas elétricos na segunda metade do quadro branco. Expliquei seu enunciado e demonstrei os circuitos a) e b), também destaquei que nesta questão o conceito central é a diferença de potencial. Na etapa “Predizer” a participação da turma foi semelhante à questão 1: dois estudantes responderam e os demais não participaram.

Na etapa “Observar”, iniciei a medição de diferença de potencial para o item a) e registrei no quadro os valores correspondentes. O primeiro período de aula se encerrou neste momento e os estudantes foram para o intervalo. Durante o intervalo, o professor orientador que observou a aula me recomendou que convidasse os estudantes a interagir com o experimento na etapa “Observar”.

Após o intervalo, metade da turma se atrasou para o retorno e dois estudantes não retornaram até o fim da aula. Prossegui na etapa Observar da questão 2, convidando os estudantes a participarem das medições. Dois alunos se prontificaram e realizaram as medições enquanto eu registrava os dados na tabela no quadro branco. As respostas destes dois estudantes foram confirmadas na observação.

Tabela 7: Tabela de resposta para a questão 2 com respostas.

Pontos	Diferença de potencial (V)	
	Circuito a)	Circuito b)
1 e 2	12V	0V
2 e 3	0V	12V
3 e 4	0V	0V
1 e 4	12V	12V

Na etapa “Explicar”, solicitei que todos escrevessem em seus cadernos em uma ou duas frases uma explicação para o comportamento dos circuitos, utilizando os conceitos físicos trabalhados durante a unidade didática. Após alguns minutos, realizei a explicação

oral completa do circuito, demonstrando e relembrando o funcionamento da chave liga/desliga e como ela interrompe a passagem de corrente. Fato que pôde ser observado através do brilho da lâmpada, que acendeu apenas na situação b) e também pelas medições de diferença de potencial realizadas com multímetro, que evidenciaram a existência de diferença de potencial entre os terminais da lâmpada (pontos 2 e 3) apenas na situação b).

Na questão 3, escrevi e desenhei o esquema elétrico corretamente no quadro branco, porém me enganei ao enunciar a questão oralmente, afirmando que a resistência de R2 “seja reduzida” e não que “seja aumentada”. Isso gerou confusão em algumas respostas na etapa Predizer.

Na etapa “Observar”, no painel de lâmpadas, realizei uma ponte com um cabo condutor garra jacaré na segunda lâmpada do circuito com duas lâmpadas em série. Dessa forma, como já foi estudado na questão 4 da aula 6, a segunda ficou desligada. Conectei o multímetro na entrada do painel de lâmpadas para medir a corrente total do circuito I. Observamos que na situação inicial, havia duas lâmpadas em paralelo ligadas, representando a situação inicial do circuito da figura 27. Para este circuito  $I = 3,30A$ . Quando o cabo condutor foi removido, observamos três lâmpadas ligadas, uma diretamente em 12V e outras duas em série, medindo uma corrente  $I = 2,80A$ , concluindo que a intensidade da corrente I reduziu. As duas lâmpadas em série representaram o resistor R2, que após a remoção do cabo teve sua resistência equivalente aumentada, por se colocar mais uma resistência em série.

A etapa “Explicar” foi feita em conjunto com a observação, relembrei a Lei de Ohm, resistência equivalente no circuito série e paralelo e o funcionamento dos circuitos. Os estudantes mais interessados operaram várias situações no painel de lâmpadas, observando as medições de corrente total.

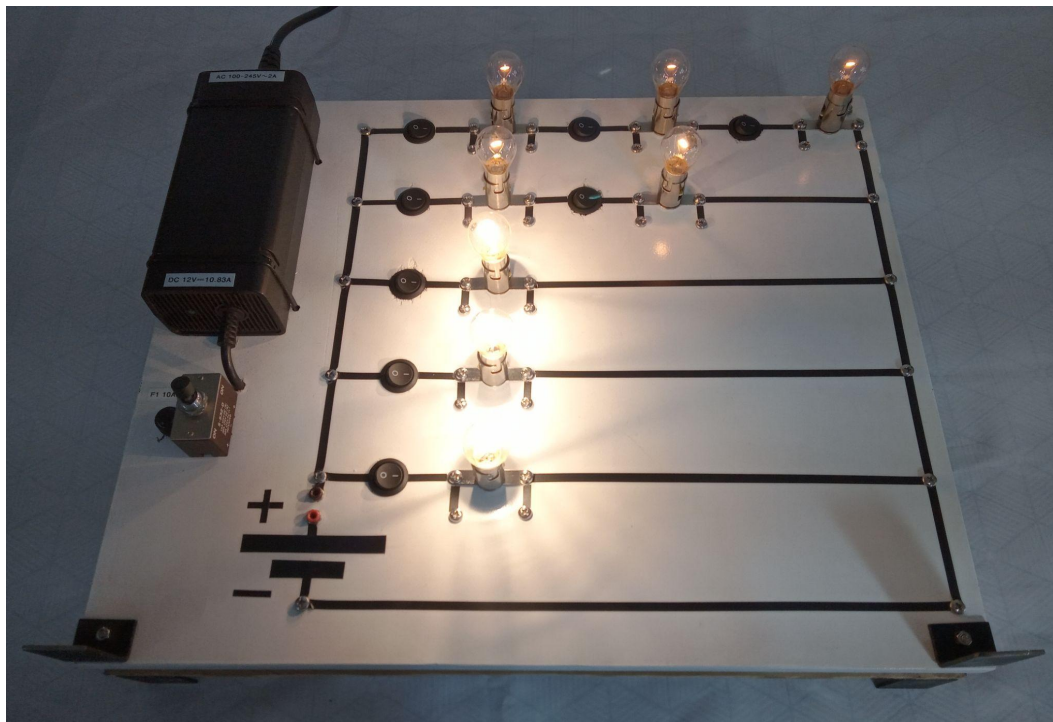


Figura 28: Painel de lâmpadas série e paralelo com todos os circuitos ligados.

Dois estudantes estavam bastante interessados nas observações e na discussão sobre os conceitos físicos envolvidos nos circuitos. Sentados lado a lado, discutiram intensamente suas respostas e as observações. Os demais acompanharam a aula passivamente de seus lugares. Quando convidei a turma a se aproximar e realizar as medições de diferença de potencial da questão 2, os dois estudantes mais interessados se aproximaram e interagiram com o experimento. Durante as medições, um estudante confundiu os parafusos de medição de diferença de potencial com os parafusos de fixação do soquete de lâmpadas utilizado. Uma melhoria no painel, ilustrado com todos os seis circuitos ligados na figura 28, pode ser a ocultação dos parafusos de fixação dos soquetes de lâmpadas.

O professor orientador observou a aula. Seus principais comentários foram que eu utilizasse ao máximo o painel de lâmpadas como recurso didático, convidando os estudantes a interagir diretamente com o experimento: operar as chaves, realizar as medições de diferença de potencial e de corrente. Alertou para o fato de que nem sempre são as cargas negativas que se movem em um circuito elétrico, há situações como no interior de pilhas nas quais são os portadores de carga positiva que se movimentam. Também para eu ter cuidado ao falar que “A resistência dos fios é zero”, pois a resistência dos condutores de cobre é desprezível frente a resistência das lâmpadas, mas não é zero.

Não houve tempo para a apresentação do simulador de circuitos PhET “Circuit Construction Kit: DC - Virtual Lab”, mas acredito que o recurso não acrescentaria muito à unidade didática, visto que durante o curso das aulas realizamos experimentalmente a montagem de todos os circuitos propostos.

#### 4.8. Resultados das Avaliações

##### 4.8.1. Avaliação 1 - : Lista de Exercícios sobre Circuito Série

A avaliação 1 foi uma lista com quatro exercícios sobre circuito série (APÊNDICE E) entregue para resolução no fim da aula 4 b, em 08/09/22. A lista poderia ser resolvida com consulta, individualmente ou em duplas e o prazo de entrega foi estipulado como a última semana do bimestre. Na semana do término do bimestre, na aula de recuperação em 06/10/22 foram entregues cinco listas, sendo duas resolvidas individualmente e três resolvidas em duplas, totalizando oito entregas.

A correção da lista resultou em uma nota média da turma de 9,3/10, sendo a mais baixa 7,1/10 e a mais alta 10/10. A grande maioria dos estudantes deixou a resolução da lista para última hora, nenhum estudante me procurou com dúvidas acerca da lista durante o prazo de resolução. Houve uma intensa troca de respostas entre estudantes no dia da recuperação. Embora a resolução em grupos e a ajuda entre colegas fosse permitida, verifiquei que a troca de respostas não estava focada no entendimento das questões, apenas no resultado final. De forma que a atividade foi levada, por boa parte dos estudantes, como um exercício meramente burocrático. Acredito ser interessante procurar outras formas de avaliação que sejam mais significativas para os estudantes em próximas experiências didáticas.

##### 4.8.2. Avaliação 2: Lista de Exercícios sobre Circuito Paralelo

A avaliação 2 foi uma lista com quatro exercícios sobre circuito paralelo (APÊNDICE G) entregue para resolução no fim da aula 6, em 22/09/22. A lista poderia ser resolvida individualmente, com consulta e o prazo de entrega foi estipulado como a última semana do bimestre. Na semana do término do bimestre, na aula de recuperação em 06/10/22 foram entregues oito listas.

A correção da lista resultou em uma nota média da turma de 8,4/10, sendo a mais baixa 7,5/10 e a mais alta 9,4/10. A grande maioria dos estudantes deixou a resolução da lista para última hora e na data final de entrega, houve uma intensa troca de respostas entre os estudantes. Embora a ajuda entre colegas fosse permitida, verifiquei que a troca de respostas não estava focada no entendimento das questões, apenas no resultado final. De forma que a atividade foi levada, por boa parte dos estudantes, como um exercício meramente burocrático. As listas de exercícios como atividades de avaliação foram uma recomendação do professor titular da turma, porém acredito que outras formas de avaliação mais significativas poderiam ser elaboradas para próximas experiências didáticas.

## **5. CONCLUSÃO**

Através do Estágio de Docência III, foi possível reunir e aplicar a fundamentação teórica sobre o ensino de Física obtida durante o curso de licenciatura. O presente trabalho de conclusão resume o planejamento, a aplicação e os resultados obtidos em uma experiência didática curta, porém altamente significativa para mim.

A etapa de observação e monitoria foi a base para o planejamento da unidade didática, na qual observei e analisei as três turmas de ensino médio noturnas do Instituto Estadual Rio Branco. Apliquei o “Questionário Atitudes com Relação à Física” na turma 309, com o qual tracei um perfil da turma que serviu como referência para escolher a contextualização da unidade didática - os eletrodomésticos - e preparar uma sequência de aulas priorizando os conceitos físicos envolvidos, iniciando por estimativas qualitativas para depois introduzir as equações e realizar análises quantitativas.

Os laboratórios didáticos das aulas 3 e 5 possibilitaram a interação direta dos estudantes com os fenômenos físicos estudados na unidade didática, a metodologia de ensino antecipou as aulas expositivas. Desafiados a montar um circuito que desempenhasse uma função relevante, enunciada pela problematização inicial, os estudantes manipularam materiais como fontes de alimentação, resistores, lâmpadas e motores elétricos. Livres para utilizar os componentes, os estudantes inventaram e experimentaram diferentes circuitos, questionaram o porquê do comportamento diferente a cada conexão. Verifiquei que os desafios propostos foram solucionados pelos grupos, com nível de dificuldade e grau de liberdade apropriados. Furneci o tempo adequado para a realização da experimentação e a participação dos alunos foi satisfatória, porém eu esperava mais interesse da metade da turma que permaneceu passiva, apenas assistindo outros colegas fazerem as montagens.

Acredito que isso tem profunda relação com o tipo de ensino oferecido pela instituição, visto que a postura passiva já era tida como o padrão para os alunos, provavelmente desde o início das suas trajetórias escolares.

A análise experimental dos desafios foi guiada por mim, através de uma exposição dialogada na qual apresentei os instrumentos de medida e procurei expor como as grandezas tensão, corrente e resistência elétrica estavam presentes no funcionamento dos circuitos e como deveriam ser estimadas para o seu entendimento. Exploramos profundamente as concepções alternativas já descritas pela literatura. Pude observar que apesar dos experimentos, algumas concepções alternativas dos estudantes permaneceram intactas, sendo necessárias mais explicações conceituais e questionamentos que levassem ao entendimento correto. Então não se pode considerar a empiria do experimento como uma ferramenta irrefutável que obrigatoriamente levará o estudante à concepção adequada.

Utilizando o método de ensino *Peer Instruction* nas aulas 4 e 6, foi possível criar atividades didáticas ativas, nas quais os conteúdos foram expostos pelo professor e ao mesmo tempo interpretados e discutidos pelos estudantes. Desafiados pelas questões, os estudantes verificaram o entendimento de conceitos físicos e se empenharam em entender o seu funcionamento: questionaram, discutiram e explicaram. As demonstrações experimentais durante as aulas de exposição de conteúdos agregaram significado aos problemas expostos no projetor multimídia: verificamos fisicamente o funcionamento dos circuitos propostos, procurando evidências empíricas, grandezas físicas com as quais pudemos analisar e construir uma resposta que conciliasse as observações com a teoria física. Da mesma forma que nos laboratórios, muitos alunos se mostraram resistentes em sair da posição de conforto e tomar uma postura mais ativa: pensando, explicando e discutindo. Porém com a construção da dinâmica, a maior parte da turma aceitou a proposta e participou ativamente.

Durante a unidade didática, de forma conceitual, partimos do estudo do funcionamento dos circuitos elétricos série e paralelo para depois estudar como as grandezas físicas tensão, corrente elétrica e resistência elétrica estão presentes e podem ser utilizadas para explicar as suas propriedades. Depois, introduzindo as equações matemáticas, realizamos cálculos para estimar os valores dessas grandezas em circuitos hipotéticos próximos à circuitos reais montados pelos estudantes nos laboratórios didáticos ou presentes no dia a dia em eletrodomésticos residenciais. A participação da turma nas atividades propostas foi ativa e as avaliações apresentaram notas satisfatórias.

A maior dificuldade durante o período do estágio foi a falta de assiduidade dos alunos. Nenhum aluno compareceu rigorosamente aos sete encontros e não atingimos 50% de presença em nenhuma das aulas. Do núcleo de alunos que mantiveram melhor frequência, boa parte faltou em uma ou duas aulas. Isso dificultou muito a sequência de



conteúdos, em vários momentos tive que recapitular conceitos (subsunçores) imprescindíveis ao entendimento dos circuitos, pois os alunos não estavam presentes em aulas anteriores. Adaptei as aulas a essa realidade, já previamente notada no período de observação e monitoria, porém é frustrante preparar com empenho todo um material e receber poucos alunos nas aulas. Entendo que está fora do meu alcance resolver este problema e observo que a realidade é complexa: há fatores como cansaço, dificuldades de pagar o transporte e toques de recolher que levam os estudantes a faltar às aulas. Não se pode apontar a falta de empenho do aluno como a causa do seu fracasso escolar, sendo necessária muita pesquisa para avaliar e entender o contexto de vulnerabilidade desta comunidade escolar.

A experiência do estágio de docência foi importante para a minha formação como licenciado em Física, principalmente por agregar conhecimento prático na área de ensino. Cursei toda a graduação trabalhando durante o dia e estudando durante à noite, o que dificultou experiências de iniciação científica ou de iniciação à docência. Dessa forma, o estágio de docência e o trabalho de conclusão proporcionaram uma experiência especialmente rica e inclusive nova, composta por estudo, observação, reflexão, discussão, planejamento e execução da unidade didática, seguindo como referência a fundamentação teórica acumulada durante anos de estudo na graduação.

## 6. REFERÊNCIAS

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno brasileiro de ensino de física. Florianópolis. Vol. 30, n. 2 (ago. 2013), p. 362-384**, 2013.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

DORNELES, Pedro FT; ARAUJO, Ives S.; VEIT, Eliane A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte I-circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, p. 487-496, 2006.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. São Paulo: Bookman, 2015.

MOREIRA, Marco Antonio. ¿ Al afinal, qué es aprendizaje significativo?. **Qurrriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa. La Laguna, Espanha. No. 25 (marzo 2012), p. 29-56**, 2012.

SILVEIRA, FL da; MOREIRA, Marco Antonio; AXT, Rolando. Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. **Ciência e Cultura**, v. 41, n. 11, p. 1129-1133, 1989.

## APÊNDICE A - Questionário Atitudes com Relação à Física

### Questionário sobre atitudes em relação à Física

Idade:

- 1) Qual sua disciplina favorita e qual você menos gosta? Por quê?
- 2) Você gosta de Física? Comente sua resposta.
- 3) “Eu gostaria mais de Física se...” complete a sentença.
- 4) O que você acha mais interessante na Física? E menos interessante?
- 5) Que tipo de assunto você gostaria que fosse abordado nas aulas de Física?
- 6) Você vê alguma utilidade em aprender Física? Comente sua resposta.
- 7) Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?
- 8) Você trabalha? Se sim, em quê?
- 9) Qual profissão você pretende seguir?
- 10) Pretendes fazer algum curso superior? Qual? Em que instituição?

## APÊNDICE B - Cronograma de Regência

Aula	Data	Dur.	Tópico(s)	Objetivos docentes	Estratégias de Ensino
1	18/08/22	1h-aula	Apresentação da Unidade Didática.	Mostrar e ler trechos das questões do “Questionário sobre atitudes em relação à Física” (Apêndice A), com intuito de deixar claro que escutei as necessidades dos alunos e trarei propostas para endereçá-las; Descrever as minhas propostas para atender às necessidades da turma; Apresentar os problemas, perguntas e curiosidades que serão tratadas na unidade didática; Descrever em linhas gerais como serão as atividades didáticas e as avaliações.	Exposição dialogada.
2	18/08/22	1h-aula	Revisão dos conceitos prévios: tensão, corrente elétrica e resistência elétrica.	Revisar os conteúdos prévios mais importantes para a unidade didática tensão (diferença de potencial), corrente elétrica, resistência elétrica; Utilizar como contextualização eletrodomésticos presentes no dia a dia dos estudantes.	Exposição dialogada.
3	25/08/22	2h-aula	Laboratório Didático: Circuito série.	Realizar montagens experimentais de circuitos série em grupos; Realizar a exposição dialogada no quadro branco sobre o circuito série.	Montagens experimentais em grupos; Exposição dialogada.
4	01/09/22	2h-aula	Circuito série; Resistor equivalente no circuito série; Divisor de tensão.	Explicar o método <i>Peer Instruction</i> e realizar duas questões de teste; Retomar a discussão sobre o laboratório didático da aula anterior, formalizando o conceito de circuito série; Explicar o cálculo de resistor equivalente no circuito série; Explicar o divisor de tensão no circuito série; Verificar a aprendizagem de conceitos através de questões com o método <i>Peer Instruction</i> ;	Exposição dialogada; <i>Peer Instruction</i> .
4	08/09/22	2h-aula	Circuito série; Resistor equivalente no circuito série; Divisor de tensão.	Explicar o funcionamento de alguns eletrodomésticos utilizados em série: luzes de natal, interruptores, fusíveis e disjuntores; Disponibilizar a Avaliação 1: uma lista de exercícios com quatro exercícios sobre circuito série a ser resolvida em pequenos grupos (APÊNDICE E); Disponibilizar material sobre circuito série no portal Google Classroom (Apêndice F).	Exposição dialogada; Resolução de exercícios em grupos.
5	15/09/22	2h-aula	Laboratório Didático: Circuito paralelo.	Realizar montagens experimentais em grupos: circuito paralelo; Realizar a exposição dialogada no quadro branco sobre circuito paralelo.	Montagens experimentais em grupos; Exposição dialogada.
6	22/09/22	2h-aula	Circuito paralelo; Divisor de corrente; Resistor equivalente no circuito paralelo; Sobrecarga.	Retomar a discussão sobre o laboratório didático da aula anterior, formalizando o conceito de circuito paralelo; Explicar o divisor de corrente no circuito paralelo; Explicar o cálculo de resistor equivalente no circuito paralelo; Verificar a aprendizagem de conceitos através do método <i>Peer Instruction</i> ; Explicar o funcionamento de alguns eletrodomésticos utilizados em paralelo: Instalação geral da casa, lâmpadas com mesmo interruptor, adaptador Benjamim ou T, filtro de linha; Demonstrar no projetor multimídia situações de risco que podem causar sobrecarga, derretimento e incêndio, relacionando com o conceito de divisor de corrente; Disponibilizar a Avaliação 2: uma lista de exercícios com quatro exercícios sobre circuito paralelo a ser resolvida individualmente (APÊNDICE G); Disponibilizar material sobre circuito paralelo no portal Google classroom (Apêndice H).	Exposição dialogada; <i>Peer Instruction</i> ; Resolução de exercícios.
7	29/09/22	2h-aula	Circuito série; Circuito paralelo.	Apresentar o painel de lâmpadas série e paralelo; Explicar o funcionamento do método POE; Aplicar três testes através do método POE para prever, observar e explicar o funcionamento de circuitos série e paralelo; Disponibilizar tempo em aula para a realização das avaliações 1 e 2; Apresentar o simulador computacional de circuitos elétricos <i>PhET</i> ; Demonstrar a utilização da simulação computacional como instrumento ao entendimento de circuitos elétricos.	Demonstração experimental; Método POE; Resolução de exercícios; Simulação Computacional.


## APÊNDICE C - Apresentação da Unidade Didática



# Circuitos Elétricos

Apresentação da unidade didática


Professor: Pedro Francis Pereira



### Apresentação da unidade didática:


1. Questionários sobre a Física
2. Propostas para a unidade didática
3. Conteúdos / Metodologias
4. Avaliação

### Você gosta de Física?




- 2) Você gosta de Física? Comente sua resposta.  
*alguns mais ou menos.*
- 2) Você gosta de Física? Comente sua resposta.  
*Eu não sou muito fã, mas acho muito interessante porque muitas coisas do nosso dia a dia a física está presente.*
- 2) Você gosta de Física? Comente sua resposta. *Sim, acho uma matéria muito interessante apesar de difícil.*

### O que você acha mais interessante?




- 4) O que você acha mais interessante na Física? E menos interessante?  
*A eletricidade e menos interessante a optica geométrica.*
- 4) O que você acha mais interessante na Física? E menos interessante?  
*força elétrica, mas interessante o tipo de assunto que dá vi.*

### Você vê alguma utilidade em aprender Física?




- 6) Você vê alguma utilidade em aprender Física? Comente sua resposta.  
*sim, por vários motivos.*
- 6) Você vê alguma utilidade em aprender Física? Comente sua resposta.  
*Vejo sim, ~~utilizo~~ podemos utilizar em nossas próprias casas, como por exemplo: mexer na corrente elétrica.*
- 6) Você vê alguma utilidade em aprender Física? Comente sua resposta. *sim, a física nos dá um entendimento melhor sobre as coisas.*

### O que você gostaria que fosse abordado?




- 5) Que tipo de assunto você gostaria que fosse abordado nas aulas de Física? *A física do nosso dia a dia.*
- 5) Que tipo de assunto você gostaria que fosse abordado nas aulas de Física?  
*Eletricidade doméstica.*

### Eu gostaria mais de Física se...



- 3) "Eu gostaria mais de Física se..." complete a sentença.  
*Eu gostaria mais de física se ela ficasse mais perceptível no meu dia a dia.*
- 3) "Eu gostaria mais de Física se..." complete a sentença.  
*Não fosse muito complicada, pois me resco em algumas coisas matemáticas.*
- 3) "Eu gostaria mais de Física se..." complete a sentença.  
*Não fosse tanto cálculo.*

### As dificuldades ao estudar Física:



- 7) Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?  
*Costumo ter algumas dificuldades nas leis, como por exemplo a lei de Gauss.*
- 7) Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física? *Decorar as fórmulas e fazer alguns cálculos.*
- 7) Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?  
*os cálculos.*

## Propostas para a unidade didática:

- Tema: Circuitos Elétricos
- Iniciar os estudos a partir de situações práticas do dia-a-dia;
- Realizar observações e experimentos;
- Discutir primeiramente os conceitos físicos;
- Utilizar fórmulas e os cálculos apenas ao final das explicações.

## Circuitos Elétricos

1. Representar eletrodomésticos como elementos de um circuito:

## Circuitos Elétricos

2. Reconhecer situações de risco e entender porque ocorrem:

**01** Incêndio no CT do Flamengo começou no ar-condicionado e se alastrou devido a material do container, aponta laudo

## Circuitos Elétricos

2. Reconhecer situações de risco e entender porque ocorrem:

## Circuitos Elétricos

3. Entender o comportamento físico de alguns circuitos elétricos:

- Demonstrações experimentais
- Montagem de circuitos

## Circuitos Elétricos

3. Entender o comportamento físico de alguns circuitos elétricos:

- Representação de circuitos reais

## Circuitos Elétricos

3. Entender o comportamento físico de alguns circuitos elétricos:

- Demonstração experimental
- Simulação computacional

## Circuitos Elétricos

4. Realizar estimativas e cálculos:

## Avaliação



- 1 questionário *google forms*;
- 1 lista de exercícios.

Obrigado!



Dúvidas?



Sugestões?

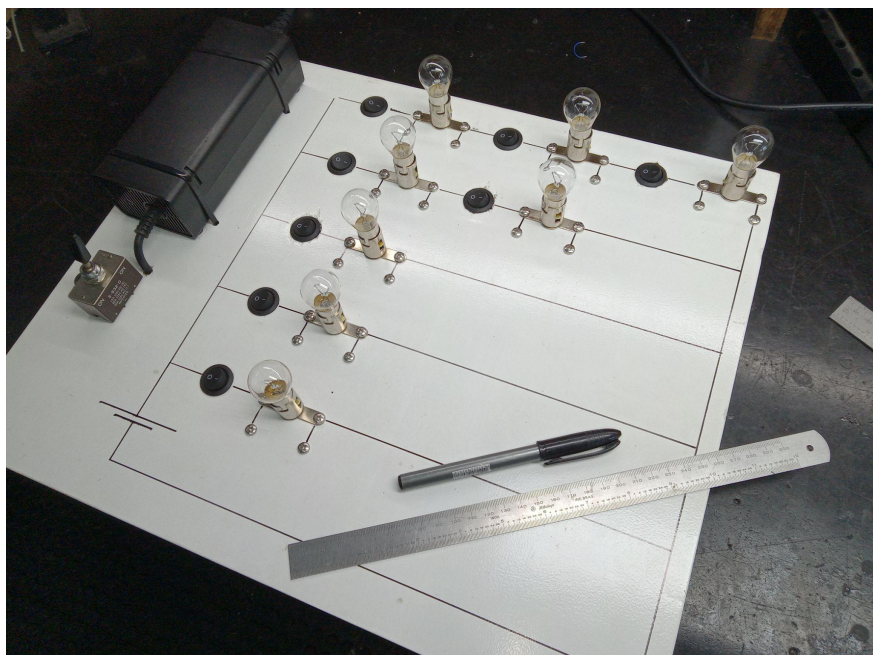


## Próxima aula:



- Conceitos de eletricidade:
- Tensão ou diferença de potencial;
- Corrente elétrica;
- Resistência elétrica;
- Representação dos elementos de um circuito.



**APÊNDICE D - Construção do aparato experimental da unidade didática**



## APÊNDICE E - Avaliação 1: Lista de Exercícios sobre Circuito Série

### INSTITUTO ESTADUAL RIO BRANCO ENSINO MÉDIO - FÍSICA - 3º ano

Nome(s): \_\_\_\_\_

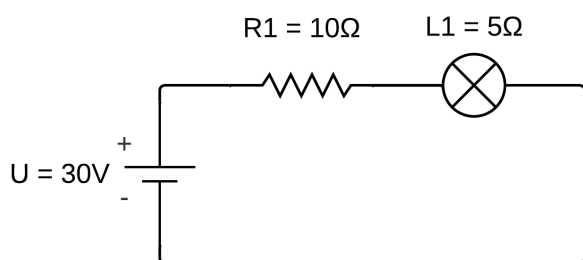
Turma: \_\_\_\_\_

Professor: Pedro Francis Pereira.

#### Lista de Exercícios - Circuito Série.

Para todas as questões, escreva toda a resolução e os cálculos.

**Questão 1:** No circuito abaixo, calcule:



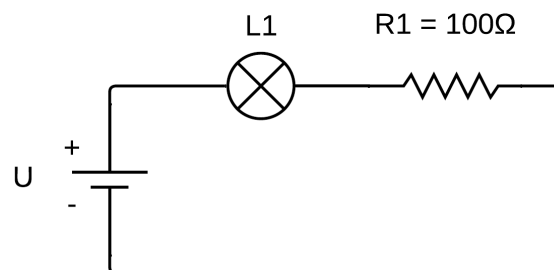
- I) O valor de resistência do resistor equivalente do circuito  $R_{eq}$ .
- II) O valor da corrente elétrica  $I$  que passa pelo circuito.
- III) O valor de diferença de potencial na lâmpada L1.

**Questão 2:** No circuito abaixo,  $R_1=2\Omega$ ,  $R_2=4\Omega$ ,  $R_3=6\Omega$  e a diferença de potencial fornecida pela fonte  $U$  é de 12V. Nessas condições, pode-se afirmar que a diferença de potencial sobre o resistor  $R_3$  é:



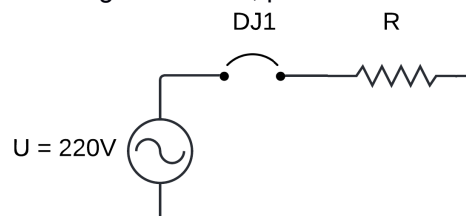
$U_{R_3} =$

**Questão 3:** No circuito a seguir, a luminosidade da lâmpada L1 é proporcional à intensidade da corrente elétrica que passa pelo seu filamento. O que acontecerá se o valor de resistência de  $R_1$  for reduzido pela metade?



- a) A luminosidade da lâmpada aumentará.
- b) A luminosidade da lâmpada continuará a mesma.
- c) A luminosidade da lâmpada diminuirá.

**Questão 4:** No circuito a seguir, DJ1 é um disjuntor que desarma quando a corrente elétrica  $I$  que passa por ele é superior a 30A. R representa um chuveiro elétrico, cuja potência é de 7500W. A instalação elétrica da casa é de 220V. Ao ligar o circuito, pode-se afirmar que:



- a) O chuveiro liga normalmente sem que o disjuntor desarme.
- b) O chuveiro liga e fica no limite para desarmar o disjuntor.
- c) O chuveiro liga, porém em seguida o disjuntor desarma.

## APÊNDICE F - Material sobre Circuito Série




# Circuitos Elétricos

## Circuito série

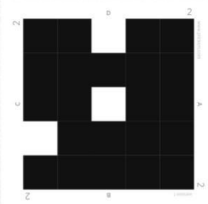
Professor Pedro Francis Pereira



### Instrução pelos colegas (Peer Instruction)



- O professor propõe uma questão;
- Cada aluno responde de forma individual;
- O professor coleta as respostas;
- Alunos que votaram diferente se reúnem para discutir qual resposta é a correta;
- Cada aluno deve convencer o(s) colega(s) de que a sua resposta é a correta;
- O professor coleta novamente as respostas e realiza a explicação.

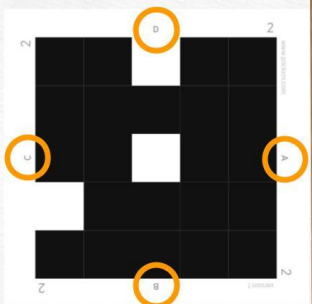


Cartão de votação

### Questões teste!

**Questão Teste 1:**  
 Todos votem "A"  
 Levante o seu cartão com o "A" para cima

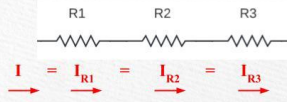
**Questão Teste 2:**  
 Todos votem "C"  
 Levante o seu cartão com o "C" para cima



### Circuito Série

O circuito série é um circuito no qual os componentes são conectados em série, de forma que há apenas um caminho para a circulação de corrente elétrica. Dessa forma a mesma corrente elétrica I percorre todos os componentes do circuito:

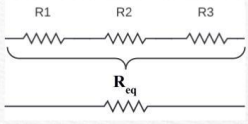
$$I = I_1 = I_2 = I_3 \dots = I_n$$



### Circuito Série

A corrente elétrica enfrenta a resistência elétrica do primeiro componente do circuito, seguida da resistência do segundo, do terceiro e assim por diante, de forma que a resistência do resistor equivalente é a soma das resistências de todos os componentes do circuito:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \dots + R_n$$



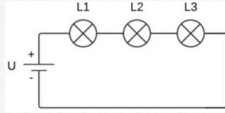
A corrente elétrica I do circuito série pode ser calculada utilizando a Lei de Ohm:

$$I = \frac{U}{R_{eq}}$$

### Questão 1

Nas questões seguintes, todas as lâmpadas são iguais. O brilho da lâmpada é proporcional à intensidade da corrente elétrica que passa pelo seu filamento.

No circuito a seguir, pode-se afirmar que:

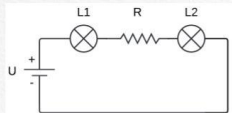


- A) L1 brilha mais do que L2 e esta mais do que L3.
- B) L3 brilha mais do que L2 e esta mais do que L1.
- C) As três lâmpadas têm o mesmo brilho.

Adaptado do teste SMA (Silveira, 1989)

### Questão 2

No circuito a seguir, pode-se afirmar que:

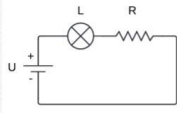


- A) L1 e L2 têm o mesmo brilho.
- B) L1 brilha mais do que L2.
- C) L2 brilha mais do que L1.

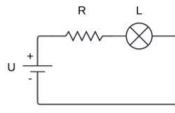
Adaptado do teste SMA (Silveira, 1989)

### Questão 3

Nos circuitos 3a e 3b a lâmpada L, o resistor R e a fonte U são os mesmos. Nessas situações:



3a



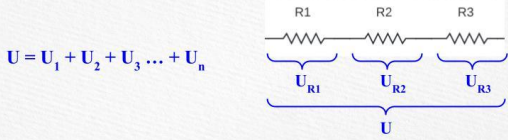
3b

- A) L brilha mais no circuito 3a.
- B) L brilha igual nos dois circuitos.
- C) L brilha mais no circuito 3b.

Adaptado do teste SMA (Silveira, 1989)

**Circuito Série**

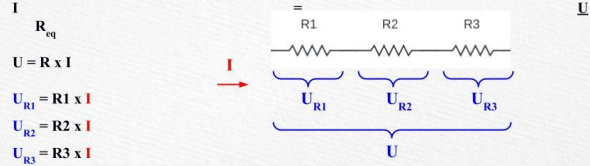
No circuito série, a diferença de potencial total fornecida pela fonte de tensão permanece constante e é distribuída ao longo dos componentes do circuito, formando um divisor de tensão. A soma das diferenças de potencial entre os terminais de cada componente é igual a diferença de potencial fornecida pela fonte de tensão:



Sempre que um caminho completo for percorrido em um circuito, a diferença de potencial deve ser igual à da fonte de alimentação.

**Circuito Série**

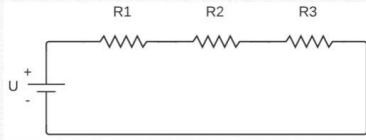
A diferença de potencial sobre cada componente é proporcional à sua resistência e pode ser calculada através da Lei de Ohm, aplicada separadamente em cada componente:



**Questão 4**

No circuito a seguir, os três resistores R1, R2 e R3 têm a mesma resistência e a diferença de potencial fornecida pela fonte U é de 12V. Nessas condições, pode-se afirmar que a diferença de potencial sobre o resistor R1 é:

- A)  $U_{R1} = 1V.$
- B)  $U_{R1} = 4V.$
- C)  $U_{R1} = 6V.$
- D)  $U_{R1} = 12V.$



**Componentes utilizados em série**

**Luzes de Natal:**

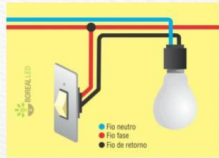
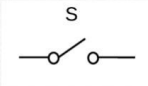
Enfeitam o seu Natal!



**Componentes utilizados em série**

**Interruptor ou chave liga/desliga:**

Serve para interromper a passagem de corrente em um circuito, ligando ou desligando os componentes que estiverem conectados em série com ele.



**Componentes utilizados em série**

**Fusível:**

Formado por um filamento projetado para suportar um determinado valor máximo de corrente elétrica. Quando a corrente passar do valor máximo, o fusível rompe o seu filamento, desligando o circuito.



**Exercícios - Circuito Série**

- Resolva a lista de exercícios em duplas ou trios;
- Escreva toda a resolução dos cálculos;
- Entregue uma folha de respostas por grupo;

\*Alunos que não entregarem em aula deverão entregar de forma individual na próxima aula.

**Gabarito das Questões**

**Questão 1:**  
 No circuito a seguir, pode-se afirmar que:  
 A) L1 brilha mais do que L2 e mais do que L3.  
 B) L3 brilha mais do que L2 e mais do que L1.  
 C) As três lâmpadas têm o mesmo brilho.

**Questão 1:**  
 Alternativa correta **C)** As três lâmpadas têm o mesmo brilho, pois estão conectadas em série, de forma que há apenas um caminho para a passagem de corrente elétrica. Logo a mesma corrente elétrica I percorre o filamento das três lâmpadas, que brilham igualmente.

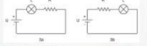
**Questão 2:**  
 No circuito a seguir, pode-se afirmar que:  
 A) L1 e L2 têm o mesmo brilho.  
 B) L1 brilha mais do que L2.  
 C) L2 brilha mais do que L1.

**Questão 2:**  
 Alternativa correta **A)** L1 e L2 têm o mesmo brilho, pois mesmo com a presença de um resistor R entre as duas lâmpadas, os três componentes estão conectados em série. Dessa forma, há apenas um caminho para a passagem de corrente elétrica, logo a mesma corrente elétrica I percorre L1, R e L2, então o brilho das lâmpadas L1 e L2 é o mesmo.

## Gabarito das Questões

### Questão 3

No circuito 3a, 3b e 3c a lâmpada L, o resistor R e a fonte  $\mathcal{E}$  são os mesmos. Nessas situações:



Assim, a lâmpada L:

a) brilha mais no circuito 3a.

b) brilha igual nos dois circuitos.

c) brilha mais no circuito 3b.

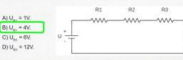
Resposta: b) e c) (1,000, 1,000)

### Questão 3:

Alternativa correta **B)** L brilha igual nos dois circuitos, pois L e R estão conectadas em série tanto em 3a quanto em 3b, de forma que há apenas um caminho para a passagem de corrente elétrica. Logo a mesma corrente elétrica  $I$  percorre o filamento de L nos dois circuitos. No circuito série, a ordem dos componentes não interfere na resistência equivalente, tampouco na intensidade da corrente que percorre cada componente.

### Questão 4

No circuito 4, temos os três resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  com a mesma resistência e a diferença de potencial fornecida pela fonte  $\mathcal{E}$  é de 12V. Nessas condições, pode-se afirmar que a diferença de potencial sobre o resistor  $R_1$  é:



Assim, a tensão:

a) é 12V.

b) é 4V.

c) é 6V.

d) é 12V.

### Questão 4:

Alternativa correta **B)**  $U_{R1} = 4V$ . No circuito série, a diferença de potencial é distribuída ao longo dos componentes do circuito. A diferença de potencial sobre cada componente é proporcional à sua resistência, de acordo com a Lei de Ohm. Neste circuito,  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  possuem a mesma resistência, logo a diferença de potencial da fonte é distribuída igualmente entre os resistores, de forma que  $U_{R1} = 4V$ ,  $U_{R2} = 4V$  e  $U_{R3} = 4V$ .

## APÊNDICE G - Avaliação 2: Lista de Exercícios sobre Circuito Paralelo

### INSTITUTO ESTADUAL RIO BRANCO ENSINO MÉDIO - FÍSICA - 3º ano

Nome: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

Professor: Pedro Francis Pereira.

#### Lista de Exercícios - Circuito Paralelo:

Para todas as questões, escreva toda a resolução e os cálculos.

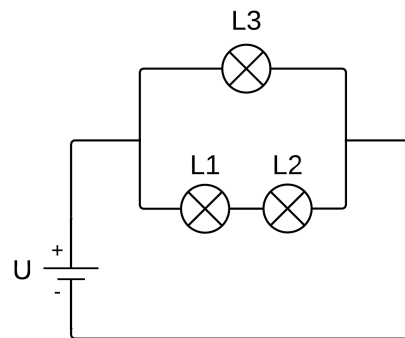
**Questão 1:** Uma instalação elétrica residencial pode ser representada por um circuito paralelo, no qual os eletrodomésticos são representados por resistores conectados em paralelo. Sobre uma instalação elétrica residencial, responda:

- A tensão sobre cada eletrodoméstico tem o mesmo valor?
- A corrente elétrica que circula por cada eletrodoméstico tem o mesmo valor?
- Que operação matemática deve ser realizada para saber a corrente que percorre o disjuntor geral do quadro de distribuição da residência?

**Questão 2:** Pedrinho está utilizando um adaptador tipo T para conectar seu carregador de celular de potência  $P_1 = 20W$  e uma luminária de potência  $P_2 = 60W$ . A instalação da sua casa é de tensão  $U = 127V$ . Ao se conectar no mesmo adaptador um ferro de passar de potência  $P_3 = 1250W$ :

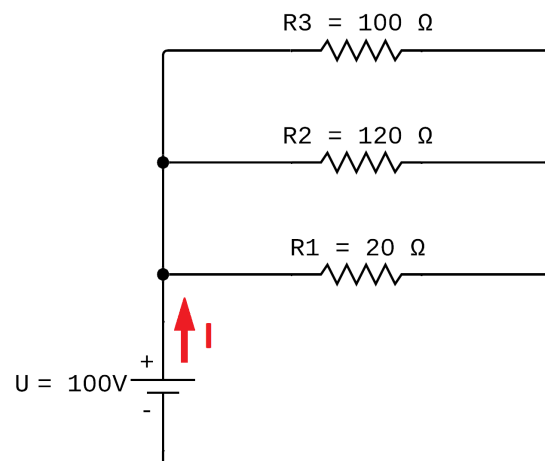
- Qual a potência total  $P$  consumida pelo circuito?
- Qual a corrente total  $I$  que circula pelo adaptador T?
- Sabendo que no adaptador T está escrito "10A", Pedrinho corre algum risco nesta conexão?

**Questão 3:** No circuito a seguir, as lâmpadas L1, L2 e L3 podem ser representadas como resistores de resistência  $40\Omega$ . A diferença de potencial fornecida pela fonte é  $U = 12V$ . Calcule:



- O valor de resistência do resistor equivalente do circuito  $R_{eq}$ .
- O valor da corrente elétrica total  $I$  que circula pelo circuito.
- O valor de corrente  $I_{L1}$  que circula pela lâmpada L1.

**Questão 4:** Para o circuito abaixo, calcule:



- O valor de resistência do resistor equivalente do circuito  $R_{eq}$ .
- O valor da corrente elétrica total  $I$  que circula pelo circuito.
- O valor da diferença de potencial  $U_{R1}$ .
- O valor da corrente elétrica  $I_{R1}$ .

## APÊNDICE H - Material sobre Circuito Paralelo




# Circuitos Elétricos

Circuito paralelo

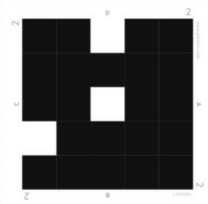
Professor Pedro Francis Pereira



### Instrução pelos colegas (Peer Instruction)



- O professor propõe uma questão;
- Cada aluno responde de forma individual;
- O professor coleta as respostas;
- Alunos que votaram diferente se reúnem para discutir qual resposta é a correta;
- Cada aluno deve convencer o(s) colega(s) de que a sua resposta é a correta;
- O professor coleta novamente as respostas.



Cartão de votação

### Questões teste!

**Questão Teste 1:**  
Todos votem "A"  
Levante o seu cartão com o "A" para cima

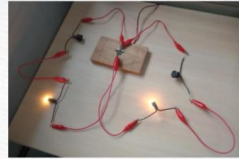
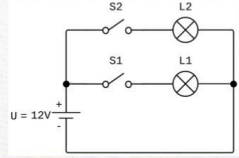
**Questão Teste 2:**  
Todos votem "C"  
Levante o seu cartão com o "C" para cima



### Circuito Paralelo

Aula anterior:

- Montagem experimental;
- O circuito paralelo pode ligar/desligar componentes de forma independente;
- A diferença de potencial em componentes conectados em paralelo é a mesma;
- A corrente total que circula pelo circuito depende de quantos componentes estão conectados.

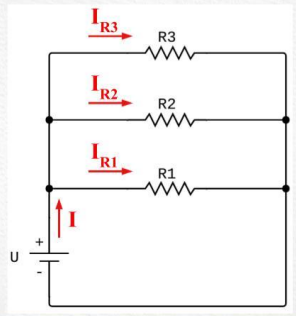



$U = 12V$


### Circuito Paralelo

O circuito paralelo é um circuito no qual os componentes são conectados em paralelo, de forma que há diferentes caminhos para a circulação de corrente elétrica.

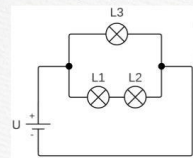
Podem haver diferentes valores de corrente elétrica percorrendo cada componente do circuito.



### Questão 1

Nas questões seguintes, todas as lâmpadas são iguais. O brilho da lâmpada é proporcional à intensidade da corrente elétrica  $I$  que passa pelo seu filamento. 

No circuito a seguir, pode-se afirmar que:



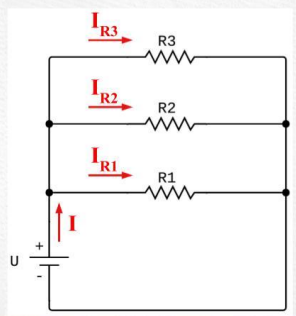
A) L1 e L2 têm o mesmo brilho, que é menor que o de L3.  
 B) L1 tem brilho maior que L2, que é maior que o de L3.  
 C) L1 e L3 têm o mesmo brilho, que é maior que o de L2.  
 D) L1, L2 e L3 têm o mesmo brilho.

Adaptado do teste SMA (SILVEIRA, 1989).

### Circuito Paralelo

A corrente elétrica total  $I$  fornecida pela fonte de tensão se divide nos laços do circuito, formando um divisor de corrente, e pode ser estimada como a soma das correntes que circulam em cada componente:

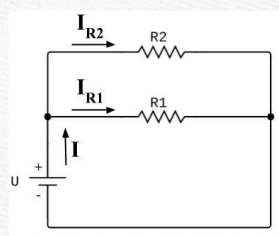
$$I = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} \dots + I_n$$



### Questão 2

No circuito a seguir, a diferença de potencial  $U$  e a resistência de  $R2$  permanecem constantes. Se o resistor  $R1$  tiver a sua resistência reduzida em 50%, pode-se afirmar que:

A) A corrente  $I$  diminuirá.  
 B) A corrente  $I$  aumentará.  
 C) A corrente  $I$  permanecerá a mesma.

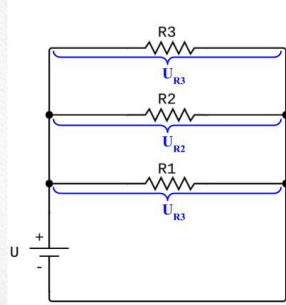


Adaptado de DORNELES, ARAUJO, VEIT (2006).

### Circuito Paralelo

A diferença de potencial fornecida pela fonte de tensão permanece constante e é fornecida para cada um dos componentes, de forma que a mesma diferença de potencial U está presente entre os terminais de todos os componentes do circuito:

$$U = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3} \dots = U_n$$



### Circuito Paralelo

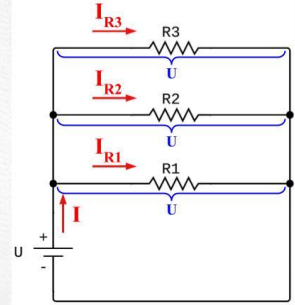
A corrente elétrica que percorre cada componente do circuito é inversamente proporcional à sua resistência e pode ser calculada através da Lei de Ohm, aplicada separadamente em cada componente:

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3}$$

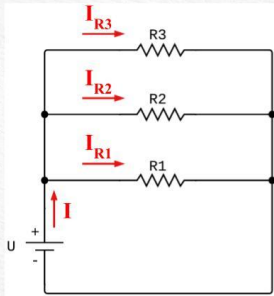


### Circuito Paralelo

A corrente elétrica enfrenta, ao mesmo tempo, a resistência do primeiro componente do circuito, do segundo, do terceiro e assim por diante.

O inverso da resistência elétrica equivalente  $R_{eq}$  é igual à soma do inverso das resistências elétricas dos resistores associados em paralelo:

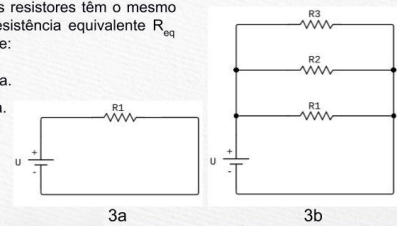
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots + \frac{1}{R_n}$$



### Questão 3

Nos circuitos 3a e 3b, a diferença de potencial U permanece constante e todos os resistores têm o mesmo valor de resistência. Sobre a resistência equivalente  $R_{eq}$  dos circuitos, pode-se afirmar que:

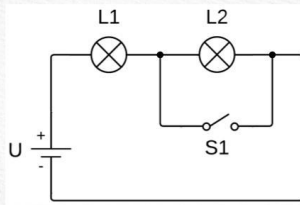
- A)  $R_{eq}$  de 3b é menor que a de 3a.
- B)  $R_{eq}$  de 3b é maior que a de 3a.
- C)  $R_{eq}$  de 3b é igual à de 3a.



### Questão 4

No circuito a seguir, S1 é um interruptor aberto. Ao fechar o interruptor S1:

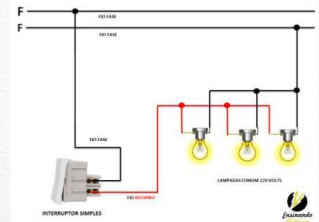
- A) O brilho de L1 diminui.
- B) O brilho de L1 aumenta.
- C) O brilho de L1 permanece o mesmo.



Adaptado do teste SMA (SILVEIRA, 1989).

### Componentes utilizados em paralelo

Lâmpadas conectadas ao mesmo interruptor:



<https://ensinandoeletrica.blogspot.com/>

### Componentes utilizados em paralelo

Tomadas conectadas ao mesmo disjuntor:



<https://ensinandoeletrica.blogspot.com/>

### Componentes utilizados em paralelo

Adaptador "T" ou benjamin:

Conecta três ou mais tomadas em paralelo em um único plugue de alimentação.



### Componentes utilizados em paralelo

#### Filtro de linha:

Trata-se de um circuito com algumas tomadas conectadas em paralelo, protegidas por um fusível ou disjuntor conectado em série com o plugue de alimentação.



### Gabarito das Questões

**Questão 3**

Na circuito 3a e 3b, a diferença de potencial  $U$  permanece constante e todos os resistores têm o mesmo valor de resistência. Sobre a resistência equivalente  $R_{eq}$  do circuito, pode-se afirmar que:

A)  $R_{eq}$  de 3a é menor que a de 3b.  
 B)  $R_{eq}$  de 3a é maior que a de 3b.  
 C)  $R_{eq}$  de 3a é igual à de 3b.

**Questão 3:**  
 Alternativa correta **A)**  $R_{eq}$  de 3b é menor que a de 3a, pois quanto mais resistores estiverem conectados no circuito paralelo, mais caminhos alternativos à circulação de corrente existem, de forma que no circuito 3b circula mais corrente do que em 3a, então sua resistência equivalente é menor. O inverso da resistência elétrica equivalente  $R_{eq}$  é igual à soma do inverso das resistências elétricas dos resistores associados em paralelo.

**Questão 4**

No circuito a seguir, S1 é um interruptor aberto. Ao fechar o interruptor S1:

A) O brilho de L1 diminui.  
 B) O brilho de L1 aumenta.  
 C) O brilho de L1 permanece o mesmo.

**Questão 4:**  
 Alternativa correta **B)** O brilho de L1 aumenta. O interruptor S1 está conectado em paralelo com L2. Quando o interruptor S1 é fechado, há um caminho alternativo para a corrente passar por S1, conectando L1 diretamente ao polo negativo da fonte U. Dessa forma, toda a diferença de potencial U está sobre a lâmpada L1, na qual circula mais corrente, logo seu brilho aumenta. L2 está em paralelo com S1, de forma que a mesma diferença de potencial está sobre ambos, se S1 é fechado  $U_{S1} = U_{L2} = 0V$ , então L2 se apaga.

### Gabarito das Questões

**Questão 1**

Na seguinte situação, sobre o brilho das lâmpadas L1, L2 e L3, pode-se afirmar que:

A) L1 e L2 têm o mesmo brilho, que é menor que o de L3.  
 B) L1 tem brilho maior que L2, que é maior que o de L3.  
 C) L1 e L2 têm o mesmo brilho, que é maior que o de L3.  
 D) L1, L2 e L3 têm o mesmo brilho.

**Questão 1:**  
 Alternativa correta **A)** L1 e L2 têm o mesmo brilho, que é menor que o de L3. As lâmpadas L1 e L2 estão em série, logo a mesma corrente elétrica passa pelos seus filamentos e seu brilho é igual. A lâmpada L3 está conectada e paralelo com L1 e L2, de forma que toda a diferença de potencial U está sobre L1, enquanto que metade da diferença de potencial U está sobre L2. Logo, pela Lei de Ohm, a corrente elétrica de L3 é o dobro das demais lâmpadas, então seu brilho é maior.

**Questão 2**

No circuito a seguir, a diferença de potencial U e a resistência de R2 permanecem constantes. Se a resistência R1 for a sua metade reduzida em 50%, pode-se afirmar que:

A) A corrente I diminui.  
 B) A corrente I permanece.  
 C) A corrente I permanece a mesma.

**Questão 2:**  
 Alternativa correta **B)** A corrente I aumentará. No circuito paralelo, os componentes são conectados em paralelo, de forma que há diferentes caminhos para a circulação de corrente elétrica. A corrente elétrica total I fornecida pela fonte de tensão pode ser estimada como:  $I = I_{R1} + I_{R2}$ . Se o valor de resistência de R1 é reduzido, pela Lei de Ohm, sua corrente  $I_{R1}$  aumenta. Então a corrente total I também aumenta.