

## PRODUTO EDUCACIONAL

Caro(a) professor(a),

Este produto educacional apresenta a Sequência Didática (SD) desenvolvida no âmbito da dissertação, com o objetivo de elaborar e implementar uma proposta fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa. A sequência utiliza um banco de questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) sobre potência elétrica, consumo de energia e efeito Joule como instrumento de avaliação e consolidação da aprendizagem de estudantes do Ensino Médio.

Tendo em vista que as perguntas do ENEM costumam ser contextualizadas e envolvem diversos conteúdos ligados a situações-problema, presumimos que os alunos já tenham estudado anteriormente os conteúdos de calorimetria, frequentemente utilizados em questões que conectam potência elétrica e aquecimento em aparelhos elétricos.

Os alunos que participaram da aplicação da sequência didática já tinham estudado esses conteúdos em uma etapa anterior do Ensino Médio. Isso permitiu que as atividades fossem desenvolvidas com ênfase na articulação conceitual e na resolução significativa de problemas.

Os objetivos específicos da SD foram:

1. Elaborar um banco de questões do ENEM voltado aos conteúdos de potência elétrica e consumo de energia elétrica.
2. Identificar e discutir os possíveis motivos que levam os estudantes à escolha de determinadas alternativas nas questões propostas.
3. Utilizar o banco de questões como instrumento avaliativo em uma SD fundamentada na aprendizagem significativa.
4. Refletir sobre as contribuições do uso de questões do Enem para o processo de ensino e aprendizagem de Física.

No Quadro 1 segue a apresentação geral da sequência didática.

Quadro 1 – Organização da SD

| Aulas | Objetivos                                                       | Atividade/Metodologia                                                                                                                     | Recursos                                                                        |
|-------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes (pré-teste) | Aplicação do Questionário (pré-teste) utilizando a ferramenta Plickers e as questões do banco                                             | Projektor, notebook, Banco de questões e aplicativo Plickers.                   |
| 2     | Conceituar potência elétrica                                    | Explicação do conceito de Potência e transformação de energia por <i>slide</i> e a simulação "Formas de Energia e Transformações" (PHET). | Projektor, notebook, aparelhos celulares, lousa, atividade impressa, simulador. |
| 3     | Enunciar o conceito de consumo de energia elétrica;             | Explicação sobre o consumo de energia. Breve discussão a respeito da unidade, correspondência com os valores cobrados na conta de luz.    | Projektor, notebook, quadro e giz, atividade impressa, slide.                   |

|    |                                                                                                                                                          |                                                                                                         |                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Relacionar o consumo de energia elétrica com potência elétrica;                                                                                          |                                                                                                         |                                                                                              |
| 4  | Esclarecer a relação de potência e resistência                                                                                                           | Explicação da Relação de Potência elétrica e Resistência                                                | Quadro e giz, projetor, notebook, material impresso – lista de exercícios.                   |
| 5  | Discutir os conceitos relacionados com potência e energia durante os exercícios.                                                                         | Exercícios de Preparação                                                                                | Quadro e giz, projetor, notebook, material impresso – lista de exercícios.                   |
| 6  | Interpretar a relação entre resistência elétrica e aquecimento da água. Utilizar as fórmulas de potência e energia elétrica para analisar o experimento. | Realização das atividades Experimentais:<br>1: Efeito Joule com palha de aço; e<br>2: Quem aquece mais; | Quadro e giz, Projetor, notebook, material impresso, materiais das atividades experimentais. |
| 7  | Identificar a relação da potência elétrica com resistência e o brilho da lâmpada.                                                                        | Realização da atividade experimental 3: Brilho das lâmpadas.                                            | Sala de informática. Simulador.                                                              |
| 8  | Avaliar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes. Aplicar o “pós-teste” utilizando a ferramenta Plickers.                                            | Reaplicação do Teste – Parte 1 do banco de questões/itens do ENEM.                                      | Projetor, notebook, Banco de Questões e Aplicativo Plickers.                                 |
| 9  | Avaliar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes. Aplicar o “pós-teste” utilizando a ferramenta Plickers.                                            | Reaplicação do Teste – Parte 2 do banco de questões/itens do ENEM.                                      | Projetor, notebook, Banco de questões e aplicativo Plickers.                                 |
| 10 | Revisar os conceitos perante resultados no pós-teste.                                                                                                    | Resolução dos exercícios do banco de questões que tiveram maior percentual de erro.                     | Projetor, notebook, Banco de questões, aplicativo Plickers, quadro e giz.                    |

Fonte: Elaborado pelo autor.

### **Aprendizagem Significativa**

David Ausubel (1908–2008) propõe uma teoria de aprendizagem centrada no aluno, considerando-o o principal agente na construção do conhecimento. Segundo ele, a cognição é o processo pelo qual os indivíduos estruturam significados e compreendem a realidade, incorporando novas informações de forma que se conectem com o que já conhecem. Esses pontos de referência cognitiva, chamados de “pontos de ancoragem” ou subsunçores, permitem a assimilação de novos conceitos de maneira significativa (Moreira; Masine, 1982).

A aprendizagem significativa ocorre quando o conteúdo novo se integra à estrutura cognitiva do aprendiz de forma não-arbitrária e substantiva, diferentemente da aprendizagem mecânica, que depende da memorização literal. Para Ausubel

(1968, 1982), o conhecimento só é realmente assimilado quando os conceitos prévios relevantes estão disponíveis e organizados, funcionando como base para a construção de novas ideias. O professor pode facilitar esse processo ao utilizar organizadores prévios, que conectam o conteúdo a experiências ou problemas cotidianos do aluno, despertando curiosidade e relevância prática. Por exemplo, ao ensinar eletricidade, é possível iniciar com uma situação cotidiana, como a queima de aparelhos durante quedas de energia, tornando o aprendizado mais acessível e significativo (Ausubel, 2000). A seguinte afirmação de Ausubel evidencia como a aprendizagem significativa ressignifica o processo de ensino-aprendizagem:

O aspecto mais importante do processo de assimilação de conceito envolve a correspondência de ideias relevantes, estabelecidas na estrutura cognitiva do indivíduo com conteúdo genérico potencialmente significativo sugerido por temas de definição ou contextuais (Ausubel, 1968, p.81).

O princípio da diferenciação progressiva é central na teoria ausubeliana. Ele consiste em apresentar primeiro conceitos gerais e amplos, detalhando-os progressivamente em ideias mais específicas e refinadas. Esse procedimento favorece a organização hierárquica do conhecimento e facilita a assimilação significativa. A reconciliação integrativa complementa esse processo, permitindo que o aluno filtre, compare e reorganize suas ideias à medida que novas informações são incorporadas, harmonizando conceitos prévios com os novos aprendizados (Ausubel et al., 1980).

Os subsunçores são fundamentais para a AS, servindo como base sobre a qual novos conceitos podem se ancorar. Sua eficiência depende da apresentação organizada e contextualizada, geralmente no início das tarefas de aprendizagem, preparando o aluno para integrar o conteúdo de maneira coerente. Além disso, a formulação de conceitos envolve a identificação de atributos essenciais de categorias de objetos, eventos ou fenômenos, criando “rótulos conceituais” que facilitam a manipulação e aplicação do conhecimento (Ausubel, 1986).

Para garantir a compreensão e retenção do conhecimento, Ausubel destaca a importância de sequências de atividades estruturadas de acordo com a hierarquia dos conceitos e o nível de abstração, permitindo que os alunos estabeleçam relações não-arbitrárias entre novos e antigos conceitos. A integração bem-sucedida leva a uma aprendizagem mais profunda, inter-relacionando ideias e promovendo um entendimento crítico do conteúdo (Moreira; Masine, 1982).

Por fim, a teoria de Ausubel evidencia que o ensino eficaz não se limita à transmissão de informações, mas envolve organizar o conhecimento de forma a torná-lo acessível, relevante e significativo para o aprendiz. O uso de organizadores prévios,

a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são estratégias essenciais para potencializar a aprendizagem, facilitando a construção do conhecimento de maneira duradoura e funcional.

### **Avaliação**

Para compreender a avaliação da aprendizagem, podemos recorrer à analogia da medida. Assim como para medir a altura de um prédio é necessário estabelecer uma unidade de comparação — como o metro —, avaliar implica definir critérios que permitam comparar o que foi aprendido com determinados objetivos previamente estabelecidos. Segundo Hadji (2001), uma medida é objetiva quando, definida a unidade, o resultado tende a ser o mesmo, ainda que existam possíveis erros decorrentes das condições do instrumento utilizado. De modo semelhante, a avaliação educacional exige critérios claros e intencionalidade pedagógica.

Avaliar, portanto, não se resume a verificar acertos e erros. Luckesi (2014) diferencia “verificação” — entendida como simples constatação ou coleta de dados — de “avaliação”, que envolve análise, atribuição de valor e tomada de decisão. Avaliar é um ato dinâmico, pois implica interpretar resultados e agir a partir deles, seja para manter, seja para redirecionar o processo de ensino. Nesse sentido, a avaliação integra o projeto pedagógico e serve como instrumento de aprimoramento da aprendizagem, não como produto final do ensino.

Turra et al. (1998) reforçam que a avaliação cumpre funções como diagnóstico, planejamento e melhoria do ensino, exigindo a seleção de critérios significativos para julgar o processo educativo. Ela deve considerar não apenas resultados imediatos, mas também o percurso do estudante, suas estratégias e dificuldades. Assim, a avaliação assume papel formativo, promovendo tanto o desenvolvimento do aluno quanto o aperfeiçoamento da prática docente.

No contexto escolar, distinguem-se avaliações internas e externas. As avaliações internas ocorrem no cotidiano da sala de aula e incluem dimensões formais e informais, contemplando aprendizagem, comportamento e valores (Freitas, 2014). Nessa perspectiva, o estudante não é objeto, mas sujeito do processo avaliativo, participando ativamente da construção do conhecimento (Esteban; Pina, 2021).

Já as avaliações externas, como as de larga escala, estabelecem padrões uniformes de desempenho e tendem a influenciar currículos e práticas pedagógicas. Embora forneçam indicadores importantes, podem restringir o ensino ao treinamento para testes e à reprodução de conteúdos, limitando processos reflexivos e contextualizados. Autores como Freitas (2014) apontam que tais avaliações acabam por direcionar objetivos e métodos escolares, muitas vezes sobrepondo-se ao projeto político-pedagógico da escola.

Por fim, as avaliações internas da aprendizagem classificam-se em diagnóstica, formativa e somativa. A avaliação diagnóstica ocorre antes do início de um conteúdo ou unidade, com o objetivo de identificar conhecimentos prévios e possíveis dificuldades, funcionando como base para o planejamento docente. A formativa acompanha o processo, oferecendo feedback contínuo, enquanto a somativa sintetiza resultados ao final de um período. Entre elas, a diagnóstica destaca-se por permitir o levantamento inicial dos saberes dos estudantes, constituindo elemento fundamental para um ensino intencional e significativo. No Quadro 2 expõe as relações dos tipos de avaliação interna associadas a aprendizagem significativa (AS).

Quadro 2 – Relação das avaliações internas e Aprendizagem significativa

| <b>Tipo de avaliação</b> | <b>Característica</b>                                                                                | <b>Associação com AS</b>                                                                                  | <b>Momento</b>                                        |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Diagnóstica              | Identificar o conhecimento dos alunos, podendo discriminar as causas e dificuldades.                 | Levantar conhecimentos prévios;<br>Planejar as atividades seguintes;                                      | Antes de iniciar uma unidade temática.                |
| Formativa                | Permite o retorno da aprendizagem ao longo do desenvolvimento das atividades planejadas para a aula. | Fornecer feedback;<br>Acompanhamento contínuo;<br>Identificação da diferenciação progressiva do conceito; | Durante as atividades, ou seja, no decorrer da aulas. |
| Somativa                 | Assume o papel de julgar a aprendizagem.                                                             | Consolida os resultados;                                                                                  | No final da unidade trabalhada.                       |

Fonte: Elaborado pelo autor.

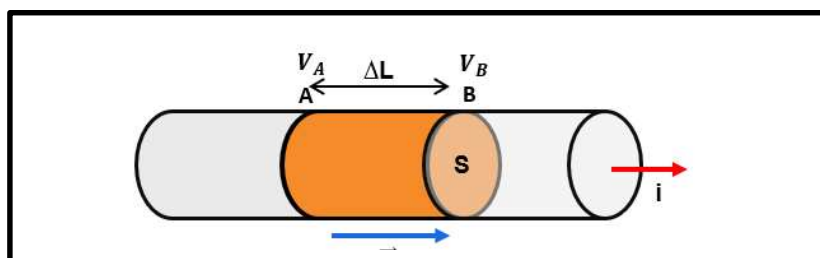
## Potência Elétrica e consumo de energia elétrica

Quando um fio condutor é submetido a uma diferença de potencial entre suas extremidades, o campo elétrico gerado no interior do fio provoca o movimento das cargas elétricas. Parte da energia elétrica transportada pelas cargas é então dissipada na forma de energia térmica, devido às interações entre os elétrons livres e os íons do material condutor. Esse fenômeno é conhecido como aquecimento Joule. Essa grandeza física descreve, de maneira geral, a taxa na qual a energia elétrica é transferida ou convertida em outro tipo de energia em um determinado intervalo de tempo (Nussenzveig, 2015). Vale ressaltar que o conceito é aplicável a qualquer tipo de energia, incluindo transformações de energia mecânica em elétrica e vice-versa. A unidade de medida de energia é expressa em joules (J) e o tempo em segundos (s), a unidade de medida para a potência é o watt (W) ( $1\text{J/s} = 1\text{W}$ ).

$$P = \frac{\text{Energia}}{\Delta t} \quad (1)$$

Para analisar a taxa de dissipação da energia elétrica de um condutor, considere um segmento de um fio de comprimento  $L$  e seção transversal  $A$  mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Representação da diferença de energia potencial elétrica entre os pontos A e B em um fio percorrido por corrente elétrica



Fonte: Elaborado pelo autor. (2025)

O fio conduz uma corrente estacionária, cujo valor é constante, orientada para a direita. Em um dado intervalo de tempo  $\Delta t$ , uma certa quantidade de carga se move para a direita, partindo de um ponto A com energia potencial elétrica  $\Delta QV_A$  para um ponto B com energia potencial elétrica  $\Delta QV_B$ , logo a variação resultante da variação de energia potencial elétrica da carga é:

$$\Delta U = \Delta QV_B - \Delta QV_A \quad (2)$$

Como o potencial em A é maior que em B, ou seja,  $V_A > V_B$ , representa uma perda na energia potencial. Fazendo  $V_A - V_B = V$ , é a queda potencial no segmento de fio na direção do sentido da corrente (Tipler; Mosca, 2009). Assim a taxa de perda de energia potencial, o sinal de menos no primeiro membro da equação representa a queda de energia pelo segmento do ponto A para o ponto B, é:

$$-\frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \cdot V \quad (3)$$

Fazendo  $\Delta t$  tender a zero, no limite:

$$-\frac{dU}{dt} = \frac{dH}{dt} V = IV \quad (4)$$

A potência  $P$  para um condutor elétrico, representa a taxa com que a energia elétrica é transferida ou convertida em outro tipo de energia ( $-\frac{dU}{dt}$ ). Para um dispositivo condutor elétrico ligado a uma fonte de energia elétrica, submetido a passagem de uma corrente elétrica, logo a taxa de dissipação da energia potencial elétrica:

$$P=iV \quad (5)$$

Considerando um condutor elétrico resistivo ao qual definimos a resistência elétrica pelas leis de Ohm, da relação da tensão elétrica ( $V = Ri$ ) da resistência do condutor e a corrente elétrica sobre o resistor (Tipler; Mosca, 2009), obtemos as equações (6) e (7):

$$P = i(Ri) = Ri^2 \quad (6)$$

$$P = \left(\frac{V}{R}\right)V = \frac{V^2}{R} \quad (7)$$

Em que as unidades de ddp está em volt e a corrente elétrica em ampère.

Uma carga elétrica no interior de um condutor, quando submetido a uma ddp entre suas extremidades, movimenta-se pelo circuito observando que a energia se reduz. A redução de energia elétrica é convertida ao aquecimento do condutor, essa taxa de conversão da energia elétrica em outras formas de energia (mecânica, calor ou luz) é chamada de potência elétrica como demonstrado na equação (5) (Hewitt, 2015).

Se a ddp é expressa em volts e a corrente em ampère a unidade de potência elétrica é o watt (W) (Hewitt, 2015).

$$1 \text{ watt} = 1 \text{ ampère.volt}$$

Como exemplo, uma lâmpada de 100 watts necessita de uma corrente de aproximadamente 0,8 A para ser ligado a uma tensão de 120 V. Já o consumo de energia elétrica dessa lâmpada considera o tempo para o seu funcionamento, na mecânica, a potência é a razão da quantidade de trabalho pelo intervalo de tempo, de forma que a potência é a taxa da transferência de energia por intervalo de tempo (Hewitt, 2015).

Assim a unidade de potência elétrica é definida pela unidade de energia (joule) por unidade de tempo, devido à grandeza, por exemplo a hora, torna-se o quilowatts-hora (kWh). Portanto, essa é a taxa de consumo de energia elétrica dos dispositivos e aparelhos eletrônicos.

Para um forno elétrico operando na temperatura máxima, a potência de 3.000 W que ficou ligado por 45 minutos, a energia dissipada para seu funcionamento foi de  $E = 3.000 \cdot \frac{40}{60} = 3.000 \cdot 0,75 = 2.250 \text{ Wh} = 2,250 \text{ kWh}$ , para um município no qual a empresa de funcionamento de energia elétrica cobre R\$ 0,75 por kWh, o custo será de  $2,250 \cdot 0,75 = \text{R\$}1,687$ , aproximadamente R\$ 1,69.

**Recursos:**

Utilização de diferentes recursos didáticos constitui um elemento importante para a organização de práticas pedagógicas diversificadas e para a criação de situações de aprendizagem que favoreçam a participação ativa dos estudantes. No contexto desta sequência didática, foram empregados recursos de diferentes naturezas, selecionados de acordo com os objetivos de cada atividade e com as demandas identificadas ao longo do processo de ensino e aprendizagem. Entre esses recursos, destacam-se as atividades experimentais, as simulações computacionais e a ferramenta digital plickers, utilizados de forma articulada para favorecer a observação e a análise de fenômenos físicos, a representação e manipulação de variáveis e o acompanhamento da compreensão dos estudantes. A seguir, são apresentados os fundamentos e as características desses recursos, bem como suas contribuições para o desenvolvimento das atividades propostas.

**Experimentos**

A experimentação no ensino de Física na Educação Básica constitui uma estratégia essencial para a construção do conhecimento científico, pois permite aos estudantes observar fenômenos, formular hipóteses, analisar resultados e articular teoria e prática. Como destacam Gaspar (2009) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), quando planejada intencionalmente, a atividade experimental supera o caráter meramente demonstrativo e passa a atuar como mediadora do processo de ensino-aprendizagem.

Nessa perspectiva, favorece a mobilização de conhecimentos prévios, o desenvolvimento da argumentação e a construção de explicações, especialmente quando inserida em uma sequência didática que estrutura o percurso de aprendizagem e atribui significado aos conceitos. Tal compreensão dialoga com a aprendizagem significativa (Moreira, 2011), segundo a qual novos conhecimentos se integram de forma não arbitrária à estrutura cognitiva do estudante.

De forma complementar, as simulações computacionais configuram-se como recurso didático relevante, pois possibilitam a visualização de fenômenos idealizados e a manipulação de variáveis, ampliando situações nem sempre viáveis no contexto escolar (Medeiros e Medeiros, 2002). Assim, quando articuladas à experimentação e alinhadas aos objetivos pedagógicos, conforme Soares-Leite e Nascimento-Ribeiro (2012), não a substituem, mas a potencializam, favorecendo a compreensão ao integrar fenômeno real, modelagem teórica e representação computacional.

## Plickers

O Plickers<sup>1</sup> é uma ferramenta digital de avaliação que permite ao professor coletar, de forma rápida e em tempo real, as respostas dos estudantes a questões objetivas. Seu uso envolve a projeção das perguntas, a distribuição de cartões impressos com códigos individuais e a leitura das respostas por meio da câmera do celular do docente. Cada cartão possui um código gráfico único, associado a um estudante, que identifica simultaneamente o aluno e a alternativa escolhida conforme a posição do cartão.

Durante a aplicação, o aplicativo reconhece automaticamente as respostas e gera dados individuais e coletivos, como índices de acerto e erro e gráficos de desempenho, possibilitando ao professor acompanhar a compreensão da turma e realizar intervenções pedagógicas imediatas. Para orientações detalhadas sobre o uso da ferramenta, recomendamos a consulta ao tutorial disponível na plataforma youtube, no canal Fran Pastori<sup>2</sup>.

Apesar de suas potencialidades, o Plickers apresenta limitações, como restrição de caracteres nas questões e ausência de suporte específico para símbolos matemáticos, o que pode ser contornado com o uso de imagens ou materiais complementares. Assim, configura-se como um recurso de apoio à avaliação formativa, contribuindo para a análise de indícios de aprendizagem, sem substituir outras práticas avaliativas.

---

1 Disponível para acesso em computador (versão web) e em aplicativo para dispositivos móveis, no endereço: <<https://get.plickers.com/>> (acesso em: 27 fev. 2026).

2 Plickers: Como usar a Ferramenta passo a passo. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3Got8PtLXuc&t=248s>>. Acesso em: 27 fev. 2026

## Sequência didática

Quadro 3 – Planejamento da aula 1

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Escola:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Semestre: 2º</b> |
| <b>Professor(a):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Aula: 1</b>      |
| <b>Série/turma/turno:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
| <b>Tema:</b> Testando os conhecimentos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |
| <b>Objetivos:</b><br>Levantar os conhecimentos prévios dos estudantes (pré-teste)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |
| <b>Conteúdos:</b> potência elétrica e consumo de energia elétrica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |
| <b>Atividades de ensino e metodologia:</b> Tempo de aula - 50 minutos<br>Momentos:<br>1º) 5 minutos: Organização da Sala;<br>2º) 35 minutos: Aplicação do Questionário (pré-teste) utilizando a ferramenta Plickers e as questões do banco;<br>3º) 5 minutos: Após aplicação do questionário solicitar os alunos, que tragam para a próxima aula fotos das etiquetas de propriedades e características elétricas de aparelhos elétricos; exemplificar com algum equipamento eletrônico.<br>4º) 5 minutos: Lançamento das Presenças.                                                                                                                                                  |                     |
| <b>Avaliação:</b> atividade avaliativa diagnóstica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |
| <b>Recursos:</b><br>Projetor, notebook, Banco de Questões e Aplicativo Plickers.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |
| <b>Atividade extraclasse sugerida:</b><br>Tirar foto das etiquetas de propriedade elétricas dos aparelhos elétricos domésticos de sua casa, de 2 a 3 aparelhos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os estudantes:</b><br>Vídeo explicativo sobre Energia<br>Ciência todo dia. O que é energia?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                     |
| <div>  <div> <p><b>O Que É Energia?   Episódio 1</b></p> <p>1,8 mi de visualizações • há 5 anos</p> <p> <b>Ciência Todo Dia</b> ✓</p> <p>Energia é um dos conceitos mais importantes da física, quem sabe até mesmo de todas as ciências exatas....</p> <p>4K</p> <p>13:04</p> </div> </div> <p>O QUE É ENERGIA?. Ciência todo dia. Youtube, 13 min. Disponível em <a href="https://www.youtube.com/watch?v=3VLPyOLC1nc">https://www.youtube.com/watch?v=3VLPyOLC1nc</a>. Acesso em 13 de outubro de 2025.</p> |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os professores:</b><br>HEWITT, Paul G. FÍSICA Conceitual. 12ª edição. <b>Porto Alegre</b> , 2015.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |

O QUE É ENERGIA?. Ciência todo dia. Youtube, 13 min. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=3VLPyOLC1nc>. Acesso em 13 de outubro de 2025.

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 4 – Planejamento da aula 2

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Escola:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Semestre: 2º</b> |
| <b>Professor(a):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Aula: 2</b>      |
| <b>Série/turma/turno:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |
| <b>Tema:</b> Aparelhos elétricos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| <b>Objetivos:</b><br>Apontar as informações elétricas dos aparelhos elétricos.<br>Conceituar potência elétrica<br>Relacionar o conceito de potência elétrica com a transformação de energia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
| <b>Conteúdos:</b> Transformação da Energia e Potência Elétrica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |
| <b>Atividades de ensino e metodologia:</b> Tempo de aula - 50 minutos<br>Momentos:<br>1º) 5 minutos: Organização da Sala;<br>2º) 20 minutos: Explicação do conceito de Potência e transformação de energia por slide e a simulação “Formas de Energia e Transformações” (PHET).<br>3º) 15 minutos: Separação dos alunos em pequenos grupos, juntar as carteiras, até 4 integrantes. Distribuição da atividade: Lista de Aparelhos eletrônicos, solicitação aos alunos para identificar as propriedades elétricas. (Lembrar de montar na lousa um esquema da tabela e fazer um como exemplo de algum aparelho físico na sala, levar por exemplo: sanduicheira ou liquidificador)<br>4º) 10 minutos: Recolhimento das atividades e solicitação aos alunos que levem para a próxima aula a fatura de consumo de energia elétrica, vulgo conta de luz, do mês anterior.<br>5º) 5 minutos: Reorganização da sala e Lançamento das Presenças. |                     |
| <b>Avaliação:</b> Preenchimento da tabela.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                     |
| <b>Recursos:</b><br>Projetor, Notebook, Aparelhos celulares, lousa, atividade impressa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |
| <b>Atividade extraclasse sugerida:</b><br>Assistir o vídeo:<br>BBC NEWS BRASIL. <b>O que mais consome energia em casa e como economizar.</b> Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=p0Pcj2XLSPs">https://www.youtube.com/watch?v=p0Pcj2XLSPs</a> .<br>Acesso em: 13 de out. de 2025.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |
|  <p>O que mais consome energia em casa e como economizar</p> <p>84 mil visualizações · há 2 anos</p> <p>BBC News Brasil</p> <p>O aumento dos preços da energia elétrica em diversos países tem feito cada vez mais pessoas se perguntarem o que faz</p> <p>Legendas</p> <p>4 capítulos Introdução   Ar condicionado   Geladeira e freezer   Iluminação</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os estudantes:</b><br><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |

Paulo, 2001.

**Referências bibliográficas para os professores:**

GRF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

HEWITT, Paul G. FÍSICA Conceitual. 12ª edição. **Porto Alegre**, 2015.

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 5 – Planejamento da aula 3

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Escola:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Semestre: 2º</b> |
| <b>Professor(a):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Aula: 3</b>      |
| <b>Série/turma/turno:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                     |
| <b>Tema:</b> Consumo de energia Elétrica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| <b>Objetivos:</b><br>Enunciar o conceito de consumo de energia elétrica;<br>Relacionar o consumo de energia elétrica com potência elétrica;<br>Examinar o consumo de energia elétrica residencial.<br>Comparar os valores de consumo de energia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |
| <b>Conteúdos:</b> Consumo de Energia elétrica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |
| <b>Atividades de ensino e metodologia:</b> Tempo de aula - 50 minutos<br>Momentos:<br>1º) 5 minutos: Organização da Sala;<br>2º) 5 minutos: Solicitação aos alunos que peguem as contas de luz, caso algum aluno não tenha trazido pode fazer a atividade em dupla.<br>3º) 20 minutos: Explicação Consumo de Energia. Breve discussão a respeito da unidade, correspondência com os valores cobrados na conta de luz – Slide. (anexo 4)<br>4º) 15 minutos: Realização da atividade 2: Consumo de energia elétrica (anexo 5)<br>Fazer a leitura das informações pertinentes e preenchimento.<br>5º) 5 minutos: Reorganização da sala e Lançamento das Presenças. |                     |
| <b>Avaliação:</b><br>Apresentação da conta de luz e realização da atividade 2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                     |
| <b>Recursos:</b><br>Projetor, notebook, quadro e giz, atividade impressa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                     |
| <b>Atividade extraclasse sugerida:</b><br>Acessar o simulador da empresa Enel, disponível em: <a href="https://enel-ce.simuladordeconsumo.com.br/ambiente/sala">https://enel-ce.simuladordeconsumo.com.br/ambiente/sala</a> . Acesso em 13 de out. de 2015.<br><br>Pode observar os gastos dos aparelhos eletrônicos, alterar a potência elétrica e o tempo de funcionamento diário do aparelho e observar qual seria o valor pago pelo consumo. Os valores cobrados são baseados para o município de São Paulo.                                                                                                                                                |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os estudantes:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os professores:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.<br>HEWITT, Paul G. FÍSICA Conceitual. 12ª edição. <b>Porto Alegre</b> , 2015.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |

Fonte: Elaborado pelo Autor

Quadro 6 – Planejamento da aula 4

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Escola:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Semestre: 2º</b> |
| <b>Professor(a):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Aula: 4</b>      |
| <b>Série/turma/turno:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |
| <b>Tema:</b> Efeito Joule                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |
| <b>Objetivos:</b><br>Recordar o conceito de resistência elétrica<br>Esclarecer a relação de potência e resistência<br>Resolver exercícios com os estudantes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| <b>Conteúdos:</b> Potência Elétrica, Resistência, corrente e Tensão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |
| <b>Atividades de ensino e metodologia:</b><br>Tempo de aula - 50 minutos<br>Momentos:<br>1º) 5 minutos: Organização da Sala;<br>2º) 15 minutos: Explicação da Relação de Potência elétrica e Resistência – Slide Aula 4<br>3º) 25 minutos: Atividade 3: Exercícios de Preparação – Parte 1<br>4º) 5 minutos: Lançamento das Presenças.                                                                                                                                                                             |                     |
| <b>Avaliação:</b><br>Realização das atividades.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |
| <b>Recursos:</b><br>Quadro e giz, Projetor, notebook, material impresso – lista de exercícios.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |
| <b>Atividade extraclasse sugerida:</b><br>Assistir o vídeo: Efeitos da corrente elétrica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                     |
| <div data-bbox="226 1406 746 1695">  </div> <div data-bbox="758 1406 1426 1547"> <p>Efeitos da corrente elétrica   químico térmico magnético fisiológico - Mãozinha em Física 118</p> <p>27 mil visualizações • há 7 anos</p> <p>FISICATOTAL</p> <p>Participe de nossa revisão 2018: <a href="http://bit.ly/FT2018gratis">http://bit.ly/FT2018gratis</a> e receba planos de estudo, resumos em PDF, indicações de...</p> </div> |                     |
| FISICATOTAL. <b>Efeitos da corrente elétrica   químico térmico magnético fisiológico - Mãozinha em Física 118.</b> Disponível em:<br><a href="https://www.youtube.com/watch?v=apsLKTu5zRw">https://www.youtube.com/watch?v=apsLKTu5zRw</a> . Acesso em: 13 de out. de 2025.                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os estudantes:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os professores:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.<br>HEWITT, Paul G. FÍSICA Conceitual. 12ª edição. <b>Porto Alegre</b> , 2015.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |



Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 7 – Planejamento da aula 5

|                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Escola:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Semestre: 2º</b> |
| <b>Professor(a):</b>                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Aula: 5</b>      |
| <b>Série/turma/turno:</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |
| <b>Tema:</b> Aplicando o conhecimento                                                                                                                                                                                                                                              |                     |
| <b>Objetivos:</b><br>Compreender os conceitos relacionados à potência elétrica e à energia elétrica a partir da resolução de exercícios.<br>Aplicar os conceitos estudados na resolução de situações-problema envolvendo potência e energia.                                       |                     |
| <b>Conteúdos:</b> Potência Elétrica, Resistência, corrente, Tensão e Consumo de energia.                                                                                                                                                                                           |                     |
| <b>Atividades de ensino e metodologia:</b><br>Tempo de aula - 50 minutos<br>Momentos:<br>1º) 5 minutos: Organização da Sala;<br>2º) 40 minutos: Atividade 3: Exercícios de Preparação – Parte 2<br>3º) 5 minutos: Lançamento das Presenças e explicar a atividade da próxima aula. |                     |
| <b>Avaliação:</b><br>Realização das atividades.                                                                                                                                                                                                                                    |                     |
| <b>Recursos:</b><br>Quadro e giz, Projetor, notebook, material impresso – lista de exercícios.                                                                                                                                                                                     |                     |
| <b>Atividade extraclasse sugerida:</b> Exercícios complementares: Aprimorando os conceitos.                                                                                                                                                                                        |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os estudantes:</b><br><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.                                                                                                                              |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os professores:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.<br>HEWITT, Paul G. FÍSICA Conceitual. 12ª edição. <b>Porto Alegre</b> , 2015.                                                   |                     |

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 8 – Planejamento da aula 6

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Escola:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Semestre: 2º</b> |
| <b>Professor(a):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Aula: 6</b>      |
| <b>Série/turma/turno:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |
| <b>Tema: Atividades Experimentais – Efeito Joule e Potência elétrica.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |
| <b>Objetivos:</b><br>Identificar o que é o efeito Joule.<br>Reconhecer os materiais e instrumentos utilizados no experimento (resistência, termômetro, fios, cronômetro etc.).<br>Interpretar a relação entre resistência elétrica e aquecimento da água.<br>Utilizar as fórmulas de potência e energia elétrica para analisar o experimento.<br>Relacionar a potência do chuveiro com o tempo necessário para aquecer a água. |                     |
| <b>Conteúdos:</b> Potência Elétrica, Resistência, corrente e Tensão.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                     |
| <b>Atividades de ensino e metodologia:</b><br>Tempo de aula - 50 minutos<br>Momentos:<br>1º) 5 minutos: Organização da Sala;<br>2º) 15 minutos: Realização da Atividade Experimental 1: Efeito Joule com palha de aço.<br>3º) 25 minutos: Realização da Atividade Experimental 2: Quem aquece mais.<br>4º) 5 minutos: Lançar presença e explicação da atividade extraclasse sugerida.                                          |                     |
| <b>Avaliação:</b><br>Participação na aula, observar a realização das atividades.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |
| <b>Recursos:</b><br>Quadro e giz, Projetor, notebook, material impresso, materiais das atividades experimentais.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |
| <b>Atividade extraclasse sugerida:</b><br>Terminar o preenchimento das atividades experimentais.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os estudantes:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.                                                                                                                                                                                                                                                                              |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os professores:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.<br>HEWITT, Paul G. FÍSICA Conceitual. 12ª edição. <b>Porto Alegre</b> , 2015.                                                                                                                                                                                               |                     |

Fonte: elaborado pelo autor

Quadro 9 – Planejamento da aula 7

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Escola:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Semestre: 2º</b> |
| <b>Professor(a):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Aula: 7</b>      |
| <b>Série/turma/turno:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |
| <b>Tema:</b> Atividade Experimental – Brilho das Lâmpadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |
| <b>Objetivos:</b><br>Identificar a relação da potência elétrica com resistência e o brilho da lâmpada.<br>Relacionar a configuração do circuito com a potência total dissipada.                                                                                                                                                                                                                                   |                     |
| <b>Conteúdos:</b> Potência Elétrica, Resistência, corrente e Tensão.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                     |
| <b>Atividades de ensino e metodologia:</b><br>Tempo de aula - 50 minutos<br>Momentos:<br>1º) 5 minutos: Organização da Sala;<br>2º) 40 minutos: Realização da Atividade Experimental 3: Brilho das lâmpadas.<br>3º) 5 minutos: Lançar presença e explicação da atividade extraclasse sugerida.                                                                                                                    |                     |
| <b>Avaliação:</b><br>Realização das atividades.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |
| <b>Recursos:</b><br>Sala de informática.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |
| <b>Atividade extraclasse sugerida:</b><br>Terminar o preenchimento das atividades experimentais.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os estudantes:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os professores:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.<br>HEWITT, Paul G. FÍSICA Conceitual. 12ª edição. <b>Porto Alegre</b> , 2015.<br>Simulador PHET: <a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc</a> |                     |

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 10 – Planejamento da aula 8

|                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Escola:</b>                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Semestre: 2º</b> |
| <b>Professor(a):</b>                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Aula: 8</b>      |
| <b>Série/turma/turno:</b>                                                                                                                                                                                                                              |                     |
| <b>Tema:</b> Testando o conhecimento                                                                                                                                                                                                                   |                     |
| <b>Objetivos:</b><br>Identificar possíveis mudanças na compreensão dos estudantes acerca dos conceitos de potência elétrica, consumo de energia e efeito Joule após a aplicação da sequência didática.                                                 |                     |
| <b>Conteúdos:</b> Potência Elétrica, Resistência, corrente, Tensão e Consumo de Energia.                                                                                                                                                               |                     |
| <b>Atividades de ensino e metodologia:</b><br>Tempo de aula - 50 minutos<br>Momentos:<br>1º) 5 minutos: Organização da Sala;<br>2º) 40 minutos: Reaplicação do Testes – Parte 1 do banco de questões/itens do ENEM.<br>3º) 5 minutos: Lançar presença. |                     |
| <b>Avaliação:</b><br>Participação na aula, resposta dos itens do banco de questões.                                                                                                                                                                    |                     |
| <b>Recursos:</b><br>Projetor, notebook, Banco de Questões e Aplicativo Plickers.                                                                                                                                                                       |                     |
| <b>Atividade extraclasse sugerida:</b><br>Revisar os conteúdos trabalhados. Exercícios complementares 2.                                                                                                                                               |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os estudantes:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.                                                                                                      |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os professores:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.<br>HEWITT, Paul G. FÍSICA Conceitual. 12ª edição. <b>Porto Alegre</b> , 2015.                       |                     |

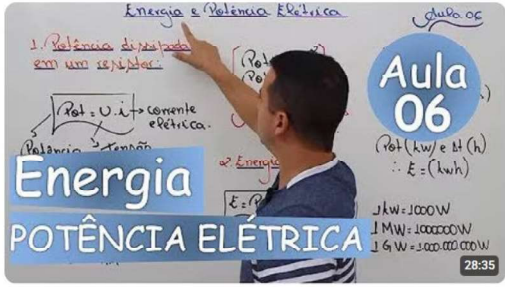
Fonte: elaborado pelo autor

Quadro 11 – Planejamento da aula 9

|                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Escola:</b>                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Semestre: 2º</b> |
| <b>Professor(a):</b>                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Aula: 9</b>      |
| <b>Série/turma/turno:</b>                                                                                                                                                                                                                              |                     |
| <b>Tema:</b> Testando o conhecimento                                                                                                                                                                                                                   |                     |
| <b>Objetivos:</b><br>Identificar possíveis mudanças na compreensão dos estudantes acerca dos conceitos de potência elétrica, consumo de energia e efeito Joule após a aplicação da sequência didática.                                                 |                     |
| <b>Conteúdos:</b> Potência Elétrica, Resistência, corrente, Tensão e Consumo de Energia.                                                                                                                                                               |                     |
| <b>Atividades de ensino e metodologia:</b><br>Tempo de aula - 50 minutos<br>Momentos:<br>1º) 5 minutos: Organização da Sala;<br>2º) 40 minutos: Reaplicação do Testes – Parte 2 do banco de questões/itens do ENEM.<br>3º) 5 minutos: Lançar presença. |                     |
| <b>Avaliação:</b><br>Resposta aos itens do banco de questões.                                                                                                                                                                                          |                     |
| <b>Recursos:</b><br>Projetor, notebook, Banco de Questões e Aplicativo Plickers.                                                                                                                                                                       |                     |
| <b>Atividades extraclasse sugerida:</b><br>Revisar os conteúdos trabalhados. Exercícios complementares (Anexo 14).                                                                                                                                     |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os estudantes:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.                                                                                                      |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os professores:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.<br>HEWITT, Paul G. FÍSICA Conceitual. 12ª edição. <b>Porto Alegre</b> , 2015.                       |                     |

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 12 – Planejamento da aula 10

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Escola:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Semestre: 2º</b> |
| <b>Professor(a):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Aula: 10</b>     |
| <b>Série/turma/turno:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
| <b>Tema:</b> Revendo os conceitos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |
| <b>Objetivos:</b><br>Revisar os conceitos perante resultados no pós-teste.<br>Discussão dos exercícios com os conteúdos relacionados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |
| <b>Conteúdos:</b> Potência Elétrica, Resistência, corrente e Tensão.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |
| <b>Atividades de ensino e metodologia:</b><br>Tempo de aula - 50 minutos<br>Momentos:<br>1º) 5 minutos: Organização da Sala;<br>2º) 40 minutos: Resolução dos exercícios do banco de questões que tiveram maior percentual de erro.<br>3º) 5 minutos: Lançar presença.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |
| <b>Avaliação:</b><br>Realização das atividades.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |
| <b>Recursos:</b><br>Projetor, notebook, Banco de Questões, Aplicativo Plickers, Quadro e giz.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| <b>Atividade extraclasse sugerida:</b><br>Vídeo para atividade de recuperação paralela: Explicação e resolução de exercícios.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p><b>Aula 06 - Energia e Potência Elétrica</b><br/>           753 mil visualizações · há 8 anos<br/>           Davi Oliveira - Física 2.0</p> <p>Nesse vídeo irei dar continuidade ao estudo da eletrodinâmica, trabalhando a Energia e a Potência Dissipada em um resis</p> </div> </div> <p>DAVI OLIVEIRA - FÍSICA 2.0. Aula 06 - Energia e Potência Elétrica. Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=-HyhjYdB5k0">https://www.youtube.com/watch?v=-HyhjYdB5k0</a>. Acesso em 18 de out. de 2025.</p> |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os estudantes:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |
| <b>Referências bibliográficas para os professores:</b><br>GREF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.<br>HEWITT, Paul G. FÍSICA Conceitual. 12ª edição. <b>Porto Alegre</b> , 2015.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |

Fonte: Elaborado pelo autor

### Anexo da Aula 1: Banco de Questões:

## Banco de Questões

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| Itens do ENEM edições anteriores | Turma: |
| Professor:                       |        |

O formato do aplicativo plickers não aceita mais de 4 alternativas levando a exclusão de um dos distratores, seguindo como regra eliminar a alternativa mais improvável como resposta dos estudantes.

## Itens ENEM – Parte 1

## 1 Questão 59 ENEM 2016 Caderno Amarelo

A usina de Itaipu é uma das maiores hidrelétricas do mundo em geração de energia. Com 20 unidades geradoras e 14 000 MW de potência total instalada, apresenta uma queda de 118,4 m e vazão nominal de 690 m<sup>3</sup>/s por unidade geradora. O cálculo da potência teórica leva em conta a altura da massa de água represada pela barragem, a gravidade local (10 m/s<sup>2</sup>) e a densidade da água (1 000 kg/m<sup>3</sup>). A diferença entre a potência teórica e a instalada é a potência não aproveitada.

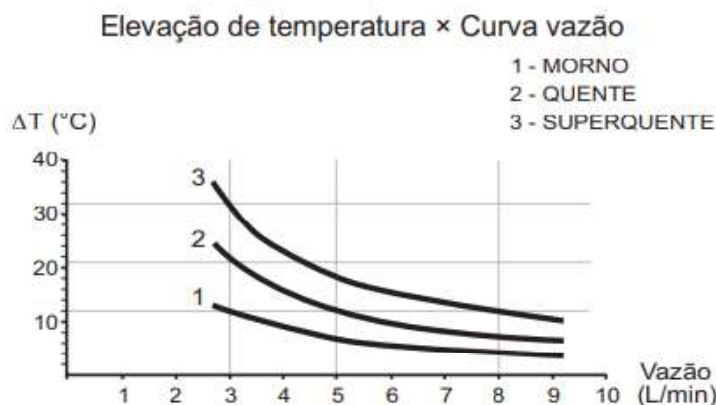
Disponível em: [www.itaipu.gov.br](http://www.itaipu.gov.br). Acesso em: 11 maio 2013 (adaptado)

Qual é a potência, em MW, não aproveitada em cada unidade geradora de Itaipu?

- a) 0
- b) 1,18
- c) 116,96
- d) 816,96

## 2 Questão 134 ENEM 2017 Caderno Azul

No manual fornecido pelo fabricante de uma ducha elétrica de 220 V é apresentado um gráfico com a variação da temperatura da água em função da vazão para três condições (morno, quente e superquente). Na condição superquente, a potência dissipada é de 6 500 W. Considere o calor específico da água igual a 4 200 J/(kg °C) e densidade da água igual a 1 kg/L.

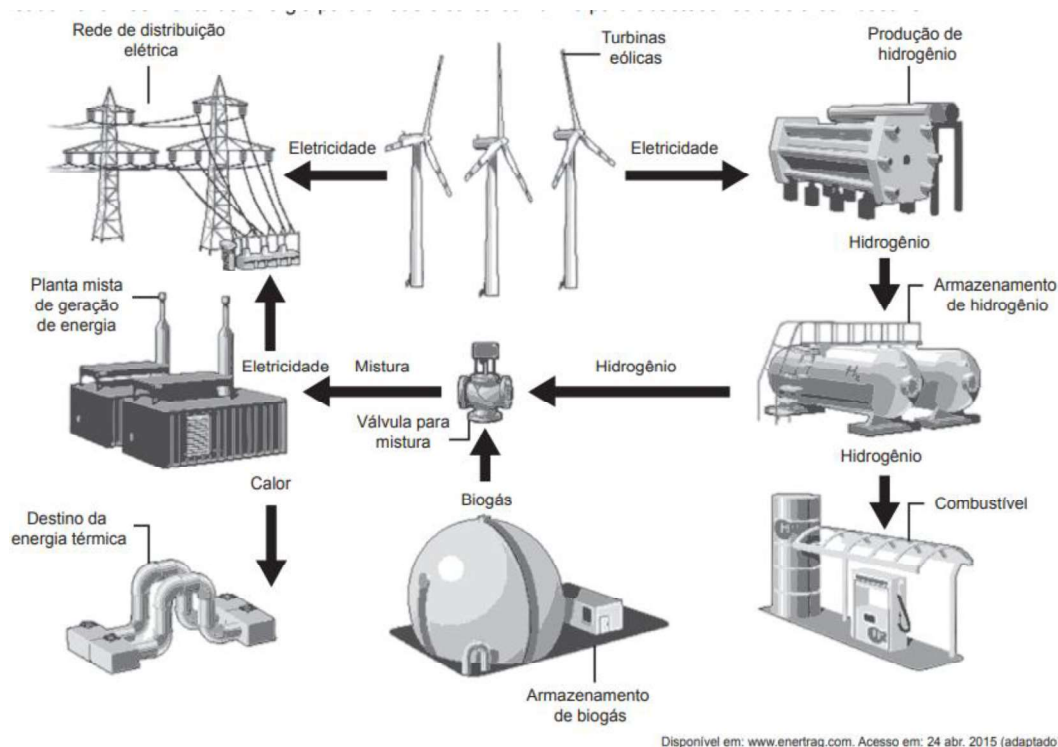


Com base nas informações dadas, a potência na condição morno corresponde a que fração da potência na condição superquente?

- a) 5/8
- b) 1/5
- c) 3/5
- d) 3/8

## 3 Questão 102 ENEM 2017 Caderno Amarelo:

A figura mostra o funcionamento de uma estação híbrida de geração de eletricidade movida a energia eólica e biogás. Essa estação possibilita que a energia gerada no parque eólico seja armazenada na forma de gás hidrogênio, usado no fornecimento de energia para a rede elétrica comum e para abastecer células a combustível.



Mesmo com ausência de ventos por curtos períodos, essa estação continua abastecendo a cidade onde está instalada, pois o(a)

- planta mista de geração de energia realiza eletrólise para enviar energia à rede de distribuição elétrica.
- hidrogênio produzido e armazenado é utilizado na combustão com o biogás para gerar calor e eletricidade.
- conjunto de turbinas continua girando com a mesma velocidade, por inércia, mantendo a eficiência anterior.
- combustão da mistura biogás-hidrogênio gera diretamente energia elétrica adicional para a manutenção da estação.

4 Questão 109 ENEM 2018 Caderno Amarelo:

Alguns peixes, como o poraquê, a energia-elétrica da Amazônia, podem produzir uma corrente elétrica quando se encontram em perigo. Um poraquê de 1 metro de comprimento, em perigo, produz uma corrente em torno de 2 ampères e uma voltagem de 600 volts.

O quadro apresenta a potência aproximada de equipamento elétricos.

| Equipamento elétrico   | Potência aproximada (watt) |
|------------------------|----------------------------|
| Exaustor               | 150                        |
| Computador             | 300                        |
| Aspirador de pó        | 600                        |
| Churrasqueira elétrica | 1 200                      |
| Secadora de roupas     | 3 600                      |

O equipamento elétrico que tem potência similar àquela produzida por esse peixe em perigo é o(a)

- exaustor.
- computador.
- aspirador de pó.
- churrasqueira elétrica.

Itens ENEM – Parte 2

5 Questão 96 ENEM 2021 Caderno Amarelo

Carros elétricos estão cada vez mais baratos, no entanto, os órgãos governamentais e a indústria se preocupam com o tempo de recarga das baterias, que é muito mais lento quando comparado ao tempo gasto para encher o tanque de combustível.

Portanto, os usuários de transporte individual precisam se conscientizar dos ganhos ambientais dessa mudança e planejar com antecedência seus percursos, pensando em pausas necessárias para recargas.

Após realizar um percurso de 110 km, um motorista pretende recarregar as baterias de seu carro elétrico, que tem um desempenho médio de 5,0 km/kWh, usando um carregador ideal que opera a uma tensão de 220 V e é percorrido por uma corrente de 20 A.

Quantas horas são necessárias para recarregar a energia utilizadas nesse percurso?

- a) 0,005
- b) 0,125
- c) 2,5
- d) 5,0

6 Questão 111 ENEM 2022 Caderno Amarelo:

O manual de uma ducha elétrica informa que seus três níveis de aquecimento (morno, quente e superquente) apresentam as seguintes variações de temperatura da água em função de sua vazão:

| Vazão $\left(\frac{\text{L}}{\text{min}}\right)$ | $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ |        |             |
|--------------------------------------------------|------------------------------|--------|-------------|
|                                                  | Morno                        | Quente | Superquente |
| 3                                                | 10                           | 20     | 30          |
| 6                                                | 5                            | 10     | 15          |

Utiliza-se um disjuntor para proteger o circuito dessa ducha contra sobrecargas elétricas em qualquer nível de aquecimento. Por padrão, o disjuntor é especificado pela corrente nominal igual ao múltiplo de 5 A imediatamente superior à corrente máxima do circuito. Considere que a ducha deve ser ligada em 220 V e que toda a energia é dissipada através da resistência do chuveiro e convertida em energia térmica transferida para a água, que apresenta calor específico de 4,2 J/g  $^{\circ}\text{C}$  e densidade de 1 000 g/L.

O disjuntor adequado para a proteção dessa ducha é especificado por:

- a) 60 A
- b) 30 A
- c) 20 A
- d) 10 A

7 Questão 133 ENEM 2022 Caderno Amarelo:

Uma lanterna funciona com três pilhas de resistência interna igual a 0,5  $\Omega$  cada, ligadas em série. Quando posicionadas corretamente, devem acender a lâmpada incandescente de especificações 4,5 W e 4,5 V. Cada pilha na posição correta gera uma f.e.m. (força eletromotriz) de 1,5 V. Uma pessoa, ao trocar as pilhas da lanterna, comete o equívoco de inverter a posição de uma das pilhas. Considere que as pilhas mantêm contato independentemente da posição.

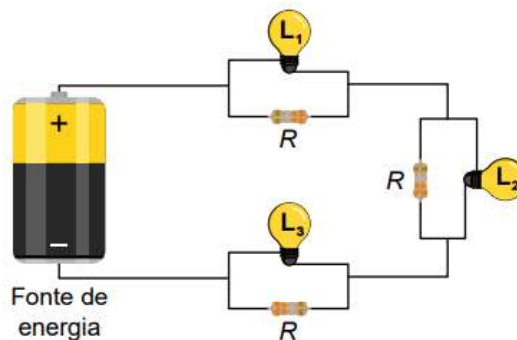
Com esse equívoco, qual é a intensidade de corrente que passa pela lâmpada ao se ligar a lanterna?

- a) 0,25 A
- b) 0,33 A
- c) 0,75 A
- d) 1,00 A

8 Questão 98 ENEM 2023 Caderno amarelo

O circuito com três lâmpadas incandescentes idênticas, representado na figura, consiste em uma associação mista de resistores. Cada lâmpada ( $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$ ) é associada, em paralelo, a um resistor de resistência R, formando um conjunto. Esses conjuntos são associados em série, tendo todas as lâmpadas o mesmo brilho

quando ligadas à fonte de energia. Após vários dias em uso, apenas a lâmpada  $L_2$  queima, enquanto as demais permanecem acesas.

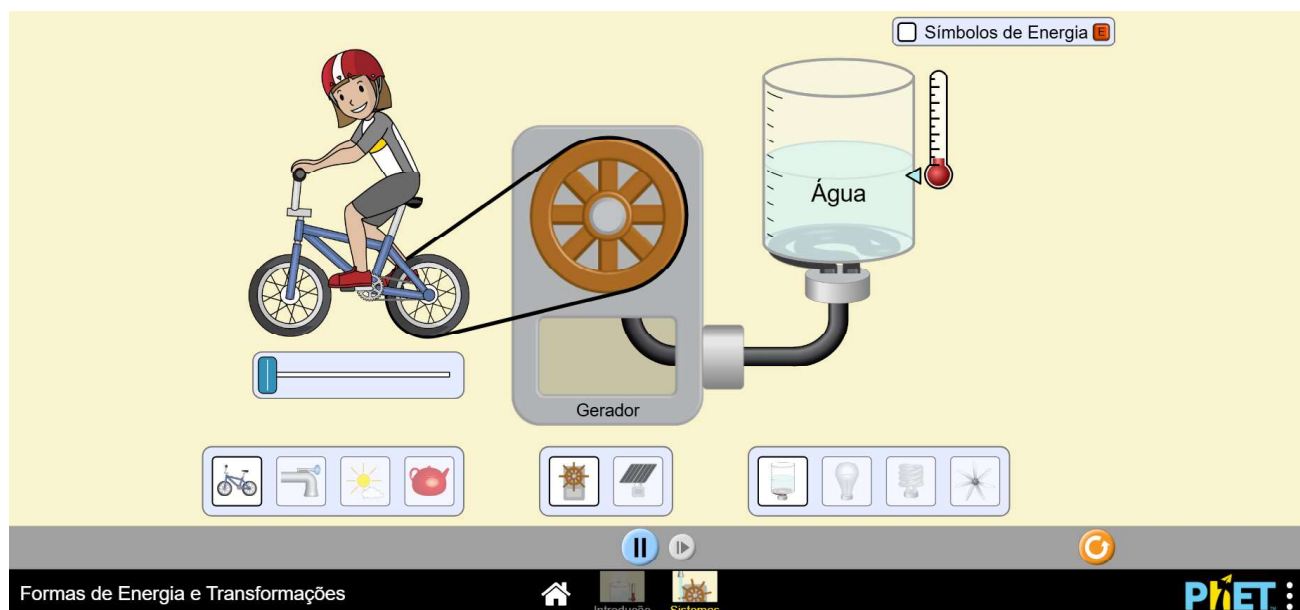


Em relação à situação em que todas as lâmpadas funcionam, após a queima de  $L_2$ , os brilhos das lâmpadas serão

- a) os mesmos.
- b) mais intensos.
- c) menos intensos.
- d) menos intenso para  $L_1$  e o mesmo para  $L_3$ .

## Anexo da Aula 2: Materiais para a aula

**Simulação: Formas de Energia e Transformações - PHET.** Disponível em [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes\\_all.html?locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=pt_BR) Acesso em 13 de out. de 2025.



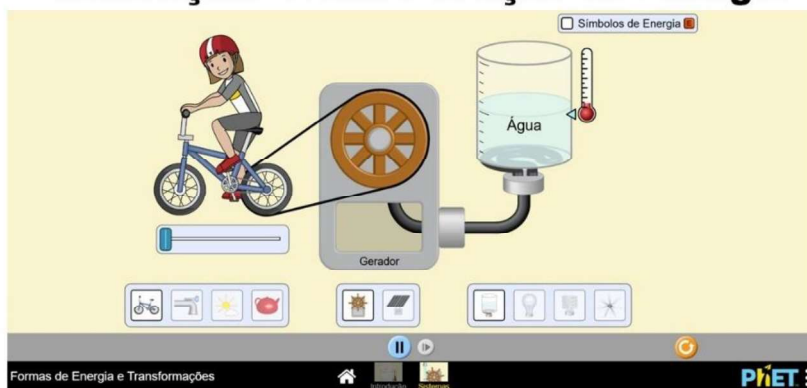
## Slides para a aula

### Para onde vai a energia?



Fonte: GREF, Vol. 3.

## Simulação: Transformação de Energia



[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/energy-forms-and-changes](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/energy-forms-and-changes)

## Tensão elétrica

Tensão elétrica, voltagem elétrica, diferença de potencial ou simplesmente ddp, fornece a energia elétrica necessária para o funcionamento dos dispositivos elétricos.

A identificação da tensão é um número acompanhado da letra V em maiúsculo que significa volt, unidade de tensão.



## Aparelhos elétricos e Potência

A Potência é a grandeza elétrica que indica o consumo de energia elétrica do aparelho em cada unidade de tempo de seu funcionamento.

Por exemplo: Se uma lâmpada tem potência de 100 watts, significa que em cada segundo de funcionamento ela consome 100 joules de energia elétrica.



As unidade. Tensão, potência, corrente e frequência não são as únicas grandezas elétricas existentes, mas essas são de grande importância para utilização dos aparelhos elétricos, e é sempre recomendável ler as instruções antes de ligar o aparelho.



| Especificação                                                    |                                   | Grau de proteção: IP 24                                              |     |      |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----|------|
| Modelo                                                           |                                   | Linha Acqua Ultra                                                    |     |      |
| Tensão (V~)                                                      |                                   | 127                                                                  | 220 | 220  |
| Potência (Watts)                                                 | Seletor de Temperatura Eletrônico | 0                                                                    | 0   | 0    |
|                                                                  |                                   | MIN.                                                                 |     |      |
|                                                                  |                                   | MAX.                                                                 |     |      |
| Disjuntor ou Fusível (Ampères)                                   |                                   | 50                                                                   | 32  | 40   |
| Seção dos condutores (mm <sup>2</sup> )                          |                                   | 10                                                                   | 4   | 6    |
| Comprimento máximo dos cabos entre o disjuntor e o produto (m) * |                                   | 26                                                                   | 26  | 34,4 |
| Pressão de Funcionamento                                         | Mínima                            | 10 kPa (1,0 m.c.a.)                                                  |     |      |
|                                                                  | Máxima                            | 400 kPa (40 m.c.a.)                                                  |     |      |
| Conexão Hidráulica                                               |                                   | Entrada de água DN15 (1/2)                                           |     |      |
| Conexão Elétrica                                                 |                                   | Fios brancos - Fase/Fase Fase/Neutro Fio Verde/Amarelo - aterramento |     |      |

\* Para distâncias maiores, utilize condutores de seção maior (conforme Tabela 2 da ABNT NBR 16305:2014). Em caso de dúvidas, ligue para o atendimento ao consumidor Lorenzetti.  
 \*\*Potência não compatível com o Acqua Duo Flex.  
 O valor da resistividade da água a 22°C, fornecida a este produto, não deve ser inferior a 1300 ohms x cm.

Especificações técnicas chuveiro elétrico - Lorenzetti

## Especificações técnicas

### Liquidificador



#### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

| Modelo                           | BLP50            |
|----------------------------------|------------------|
| Cor                              | Aço Inoxidável   |
| Funções                          | 5 + Liga/Desliga |
| Potência Máxima (W)              | 900              |
| Peso líquido (kg)                | 4,26             |
| Tensão (V~)                      | 127 220          |
| Frequência (Hz)                  | 50-60            |
| Capacidade máxima utilizável (L) | 1,65             |
| Capacidade total (L)             | 2,1              |
| Material da Jarra                | Vidro            |

## Unidades de Medida

| Unidade    | Grandeza          | Homenageado       | nacionalidade | Época em que viveu |
|------------|-------------------|-------------------|---------------|--------------------|
| volt (V)   | Tensão elétrica   | Alessandro Volta  | italiano      | 1745 – 1827        |
| watt (W)   | Potência          | James P. Watt     | Inglês        | 1848 – 1889        |
| ampère (A) | Corrente elétrica | André M. Ampère   | Francês       | 1775 – 1836        |
| hertz (Hz) | Frequência        | Heinrich R. Hertz | alemão        | 1857 - 1894        |

**Atividade: O que diz as etiquetas dos aparelhos elétricos?**

|   | Aparelho | Tensão | Potência Elétrica |
|---|----------|--------|-------------------|
| 1 |          |        |                   |
| 2 |          |        |                   |
| 3 |          |        |                   |
| 4 |          |        |                   |

---

**Atividade para a próxima aula:**

Trazer a conta de luz atual ou do mês anterior para a próxima aula, Faremos uma atividade valendo nota.

---

## Anexo da Aula 3: Materiais para a aula

### Slide para aula

## Consumo de Energia



Toda vez que um aparelho elétrico entra em funcionamento, ocorre uma transformação de energia elétrica em outras formas de energia, como luminosa, sonora, mecânica de rotação, térmica, dentre outras.

Para o funcionamento dos equipamentos elétricos é necessário fontes que fornecem a tensão, o acesso a tais fontes representa algum custo para nós.

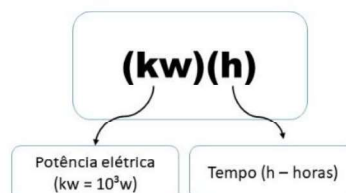


## O kwh

O consumo de energia representa o tanto de energia consumida ou utilizada por exemplo, por uma residência. Medido em quilowatt-hora (kwh)

O produto da **potência elétrica (w)** com o **tempo (h)** de funcionamento do aparelho resulta a quantidade de energia elétrica utilizada pelos dispositivos.

O quilo representado por k significa 1000 vezes, ou em potência,  $10^3$



A quantidade de energia que utilizamos depende da potência dos aparelhos e do tempo de funcionamento.

$$\text{ENERGIA} = \text{POTÊNCIA} \times \text{TEMPO}$$

$$E = P \cdot t$$

Um aparelho de baixa potência, mas que funcione durante muito tempo diariamente, pode gastar mais energia que um aparelho de maior potência que funcione por menos tempo.

## O que cobram na conta de luz?

O valor da conta de luz que indica o consumo de energia elétrica representa o somatório do produto da potência pelo tempo de funcionamento de cada aparelho elétrico entre a leitura anterior e a atual.



Informações de identificação e básicas da rede.  
Endereço;  
Nome do cliente;  
Tipo de Fornecimento e a Tensão que chega na residência.

### Analisando o consumo pela “conta de luz”

Dados de Leituras

Leitura Anterior

04/09/2025

Leitura Atual

06/10/2025

Nº Dias

32

Próxima Leitura

05/11/2025

ÍTEM DA FATURA

Consumo em kWh

Adic. B. Vermelha

Unid. Quant.

kWh 1.000,00

0,00 0,00

4,96 0,24

50,32 50,32

10 10

10,10 10,10

0,00 0,89

TOTAL:

61,16

3,04

61,16

11,01

CONSUMO FATURADO

Nº DIAS FAT

OUTUBRO

40

31

NOVEMBRO

31

20

DEZEMBRO

20

10

JANUÁRIO

10

10

FEBREIRO

10

10

MARÇO

10

10

ABRIL

10

10

MAI

10

10

TOTAL

100

100

Tributo

Base de Cálculo (R\$)

Alíquota (%)

Valor (R\$)

PIS/PASEP

50,15

1,0845

0,54

COFINS

50,15

4,9955

2,50

ICMS

61,16

18,00

11,01

Valor Total

Ítem da Fatura

Tensão Nominal:

Limite mínimo:

Limite máximo:

Data da Leitura anterior

/ /

Número de dias:

Data da Leitura atual

/ /

Consumo

Adicional

Impostos

ICMS

COFINS

PIS/PASEP

Descrição

Soma:

Descrição (%)

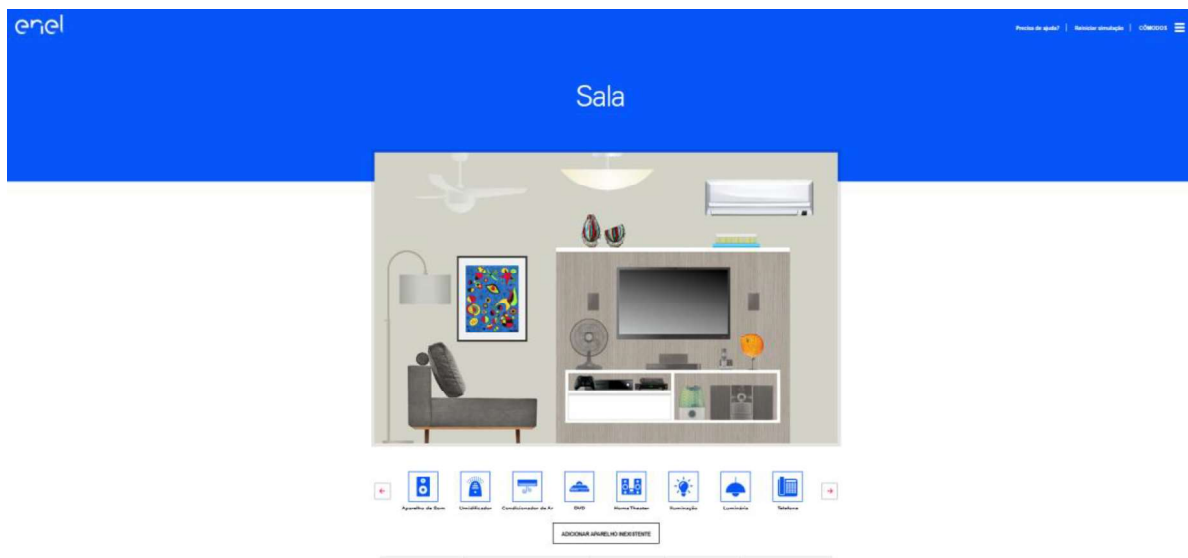
18

Valor Total

Fazer no quadro!

## Fazer a Atividade 2

**Simulador de consumo de energia elétrica Enel – Indicado como atividade sugerida para os estudantes.**





  
Aparelho de Som

  
Umidificador

  
Condicionador de Ar

  
DVD

  
Home Theater

  
Iluminação

  
Luminária

  
Telefone



ADICIONAR APARELHO INEXISTENTE

| Quantidade | Descrição           | Uso diário | KWh/Mês | Custo/Mês |                                                                                                                                                                            |
|------------|---------------------|------------|---------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | Televisão           | 6 horas    | 17,10   | R\$ 12,91 | <br> |
| 1          | Iluminação          | 5 horas    | 9,00    | R\$ 6,79  | <br> |
| 1          | Condicionador de Ar | 6 horas    | 125,00  | R\$ 95,09 | <br> |
| 1          | TV a Cabo           | 4 horas    | 18,00   | R\$ 12,58 | <br> |
| 1          | Video Game          | 2 horas    | 3,60    | R\$ 2,72  | <br> |

Total Estimado do Cômodo

Consumo  
**173,70 kWh**

Custo  
**R\$ 131,09**

Tarifa  
**R\$ 0,754700**

RESULTADO GERAL

## Anexo da Aula 4: Materiais para a aula

### Slides para a aula:

#### A Potência elétrica nos aparelhos

Para tomar um banhoquentinho, o chuveiro elétrico deve estar integrado a uma circuito que forneça energia elétrica. Na residência a fonte de tensão é a usina de energia elétrica, de onde vem a energia elétrica. Assim o chuveiro realiza sua função de aquecer a água.



Fonte: GREF

No interior do chuveiro possui uma espécie de resistência, nomeado resistor, como já estudado, esses dispositivos tendem resistir a passagem da corrente elétrica, elevando a temperatura. Esse fenômeno é conhecido como Efeito Joule.



#### Potência elétrica, Tensão e Corrente elétrica

Para a maioria dos aparelhos a tensão é a mesma, como a resistência pode varias, como no caso do chuveiro, ferro elétrico, a corrente elétrica depende da resistência oferecida. A relação da tensão com a corrente fornece a tensão do aparelho:

POTÊNCIA = CORRENTE X TENSÃO

$$P = i \cdot V$$

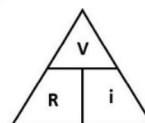
Maior aquecimento → Maior Potência → Maior Corrente



#### Qual a relação da Potência elétrica com a resistência?

Podemos tomar a resistência elétrica partindo da lei de ohm, no qual o produto da resistência com a corrente elétrica resulta na tensão sobre o dispositivo.

$$V = R \cdot i$$



Tomando  $V = R \cdot i$  e  $i = V/R$ , a relação da potência com a resistência:

$$P = i \cdot V$$

$$P = R \cdot i^2$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

**Atividade 3 – Parte 1:****Exercícios de Preparação**

|             |            |           |  |
|-------------|------------|-----------|--|
| Atividade 3 |            | Turma:    |  |
| Parte 1     | Professor: | Data: / / |  |
| Estudante:  |            |           |  |

1. (PISM-UFJF 2025) Nos últimos anos, carros elétricos estão se tornando populares por causa da sua praticidade, economia com combustível, manutenção e por questões ambientais. Entretanto, alguns de seus pontos negativos estão na demora para carregamento da bateria e na autonomia do carro (distância máxima percorrida com uma carga completa da bateria). Um determinado modelo de carro elétrico popular possui bateria de 45 kWh e pode ser carregado em casa, em uma tomada comum.

(A) Considere o carregamento doméstico realizado com uma fonte de corrente constante fornecendo 20 A de corrente a 100 V de tensão. Calcule o tempo para o carregamento completo da bateria desse modelo a partir da bateria vazia.

(B) Considerando o consumo médio de 15 kWh a cada 100 km rodados na cidade, calcule a autonomia do carro.

2. (PISM-UFJF 2023) Para proteger um sistema elétrico de sobrecargas na rede, foi inserido um fusível na entrada de alimentação. Sabendo que a tensão de operação do sistema é de 110 V e fazendo um circuito equivalente, determina-se que a resistência total é de 55 ohms. Calcule a corrente máxima que o fusível deve suportar e a potência elétrica máxima que o equipamento dissipa.

3. – (PISM-UFJF 2023) Em um resistor há a transformação de energia elétrica em energia térmica; já em um motor elétrico há a conversão também de energia elétrica em energia térmica e principalmente em energia mecânica. Motores elétricos acionam aparelhos domésticos como liquidificadores, aspiradores, máquinas de lavar, etc. Um exemplo de motor elétrico que pode trazer vários benefícios por ser menos poluente e mais silencioso é o do carro elétrico. Na maioria desses motores há plaquinhas com informações sobre alguns valores específicos do aparelho; dois desses valores são a potência elétrica e a tensão na qual deverá ser ligado o aparelho. Sabendo que para um determinado motor esses valores são de 1100 W e 110 V, respectivamente:

A) Determine a corrente que irá passar pelo motor.

B) Se 20% da energia elétrica é transformada em energia térmica, calcule a resistência interna do motor.

C) Supondo que o motor fique ligado durante 1h, determine o valor da energia que será transformada em energia mecânica (mais especificamente energia cinética).

4. (PISM-UFJF 2023 – Adaptada) Um estudante quer iluminar um ambiente com uma lâmpada com especificações de fábrica de 24 W e 6 V. No entanto, ele só tem uma fonte de 12 V e alguns resistores que pode usar com a fonte para montar um circuito elétrico e acender a lâmpada. Qual o valor do resistor que ele deve usar em série com a fonte e lâmpada para atender às especificações de fábrica da lâmpada?

## Anexo da Aula 5: Materiais para a aula

### Atividade 3 – Parte 2 Exercícios de Preparação

|             |            |           |  |
|-------------|------------|-----------|--|
| Atividade 3 |            | Turma:    |  |
| Parte 2     | Professor: | Data: / / |  |
| Estudante:  |            |           |  |

5. (PISM-UFJF 2022) Todos os aparelhos elétricos transformam energia elétrica em outras formas de energia. O consumo elétrico de um aparelho é a energia elétrica total que se transforma em outros tipos de energia. Considere um aparelho aquecedor de água equipado com um resistor fabricado para operar em 220 V e que nestas condições apresenta uma potência elétrica de 2200 W.

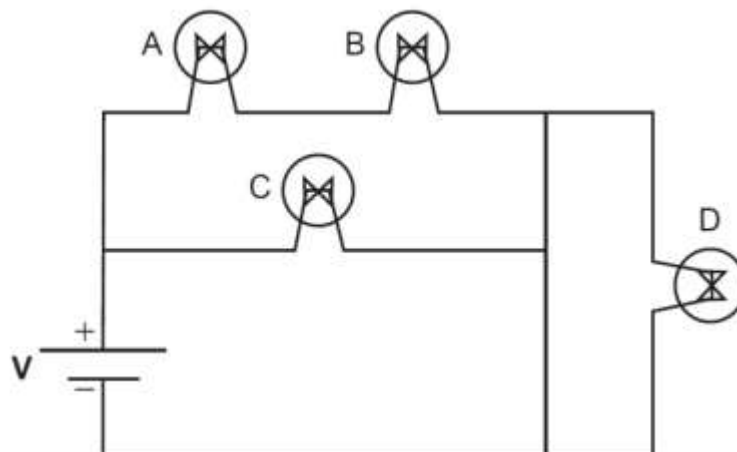
A) Se o aparelho for ligado em 110 V, sabendo que o aumento da temperatura da água é proporcional à potência elétrica dissipada no resistor, que valor deveria ter o resistor para que ele aqueça a água da mesma maneira que faria quando ligado em 220 V?

B) Estime, em kWh, o consumo mensal de energia elétrica deste aparelho, operando em 220 V, se ele ficar ligado durante 15 minutos por dia. Considerando que cada kWh custa 1,10 Reais, qual seria a despesa mensal? Considere um mês composto de 30 dias.

6. (ENEM 2017 PPL – Adaptada) As especificações de um chuveiro elétrico são: potência de 4.000 W, consumo máximo mensal de 21,6 kWh e vazão máxima de 3 L/min. Em um mês, durante os banhos, esse chuveiro foi usado com vazão máxima, consumindo o valor máximo de energia especificado. O calor específico da água é de  $4.200 \text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}$  e sua densidade é igual a 1 kg/L.

Qual a variação da temperatura da água usada nesses banhos?

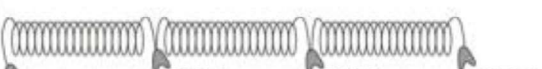
7. (ENEM 2022 – PPL) No circuito elétrico, estão associadas quatro lâmpadas elétricas idênticas A, B, C e D. Considere a fonte de tensão (V) ideal.



Comparando-se o brilho das lâmpadas, se a lâmpada A queimar, de modo que não possa conduzir corrente elétrica, observa-se que

- as lâmpadas B e D apagam-se, e C permanece acesa com o mesmo brilho.
- a lâmpada B apaga-se, a C permanece acesa com mesmo brilho e D permanece apagada.
- a lâmpada B apaga-se, a C permanece acesa com maior brilho e D permanece acesa com o mesmo brilho.
- a lâmpada B apaga-se, a C permanece acesa com o mesmo brilho e D permanece acesa com maior brilho.
- as lâmpadas C e D permanecem acesas com o mesmo brilho e B permanece acesa com maior brilho.

8. (ENEM 2020 PPL - Adaptada) Nos chuveiros elétricos, a água entra em contato com uma resistência aquecida por efeito Joule. A potência dissipada pelo aparelho varia em função da tensão à qual está ligado e do valor da resistência elétrica escolhida com a chave seletora. No quadro estão indicados valores de tensão e as possíveis resistências para cinco modelos de chuveiro. Nesse quadro, o valor das resistências é medido a partir da extremidade esquerda.

| Chuveiro | Tensão | Posição de seleção da resistência elétrica                                                                                   |
|----------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A        | 127 V  |  5,0 $\Omega$                               |
| B        | 127 V  |  3,2 $\Omega$ 6,2 $\Omega$                  |
| C        | 220 V  |  8,0 $\Omega$ 17,3 $\Omega$                |
| D        | 220 V  |  10,0 $\Omega$ 12,1 $\Omega$ 23,0 $\Omega$ |
| E        | 220 V  |  10,5 $\Omega$ 24,2 $\Omega$               |

Qual chuveiro apresenta a maior potência elétrica?

## Exercícios complementares

### Aprimorando os conceitos

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| Exercícios Complementares 1 | Turma:    |
| Professor:                  | Data: / / |
| Estudante:                  |           |

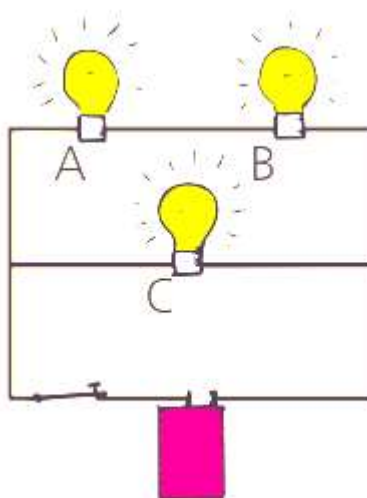
1. (HEWITT 2015) Qual dessas é uma unidade de potência e qual é uma unidade de energia: um watt, um quilowatt, um quilowatt-hora?

---



---

2. (HEWITT 2015) No circuito mostrado abaixo, como se comparam os brilhos das lâmpadas, todas com idênticas especificações? Qual delas “puxa” mais corrente? O que acontecerá se a lâmpada A for desatarraxada do bocal? E se isso for feito com a lâmpada C?

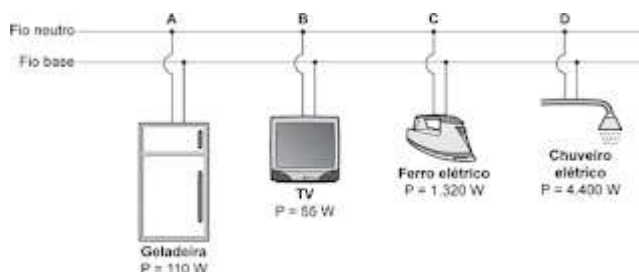



---



---

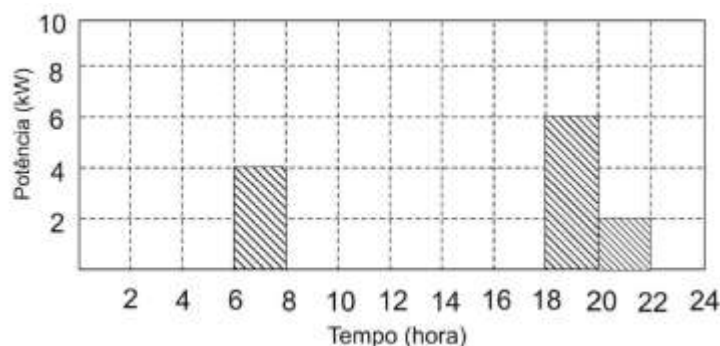
3. (ENEM 2009) A instalação elétrica de uma residência utiliza um circuito elétrico em paralelo, em que todos os equipamentos têm a mesma tensão. Quando o equipamento é ligado, ocorre variação na corrente elétrica do circuito, que é diretamente proporcional à potência ( $P$ ) do aparelho. Observe a figura:



Indique, em ordem crescente, as variações nas correntes elétricas causadas por esses eletrodomésticos.

- a) A, B, C, D
- b) B, A, C, D
- c) D, C, A, B
- d) D, C, B, A
- e) A, D, C, B

4. (UFJF) O gráfico mostra a potência elétrica, em kW, consumida na residência de um morador da cidade de Juiz de Fora, ao longo do dia. A residência é alimentada com uma voltagem de 120 V. Essa residência tem um disjuntor que desarma, se a corrente elétrica ultrapassar um certo valor, para evitar danos na instalação elétrica. Por outro lado, esse disjuntor é dimensionado para suportar uma corrente utilizada na operação de todos os aparelhos da residência, que somam uma potência total de 7,20 kW.



- Qual é o valor máximo de corrente que o disjuntor pode suportar?
- Qual é a energia em kWh consumida ao longo de um dia nessa residência?
- Qual é o preço a pagar por um mês de consumo, se o 1kWh custa R\$ 0,50?

5. (UFU) Em uma escola secundária de uma cidade à beira mar, onde a temperatura da água na torneira do laboratório escolar era 20 °C e a tensão na instalação elétrica 120 V, um grupo de alunos aqueceu 300 cm<sup>3</sup> de água em uma xícara, utilizando um aquecedor elétrico portátil de potência elétrica desconhecida. Essa água entrou em ebulição após 200 s da aplicação do referido aquecedor.

Considerando que toda a energia fornecida pelo aquecedor foi utilizada para aumentar a temperatura da água e utilizando os dados

1 cal = 4J;

densidade da água = 1 g / cm<sup>3</sup>;

calor específico da água = 1 cal / (g° C),

determine:

- a quantidade de calor utilizada pela água para entrar em ebulição.
- a potência elétrica do aquecedor.
- a corrente elétrica no aquecedor.
- a resistência elétrica do aquecedor.

## Anexo da Aula 6: Materiais para a aula

### Atividade Experimental 1

#### Efeito Joule

|                          |           |  |
|--------------------------|-----------|--|
| Atividade Experimental 1 | Turma:    |  |
| Professor:               | Data: / / |  |
| Estudante:               |           |  |

Objetivo: Demonstrar o efeito térmico da corrente elétrica.

Materiais:

Palha de aço

2 Pilhas de 1,5 V

Fios para conexão

Montagem:

Ligar um pedaço de palha de aço a uma extremidade da pilha, fechar o circuito ligando a outra extremidade da pilha à palha de aço.

Montar e tirar foto – colocar aqui

Observar o que acontece.

Perguntas:

1. Descreva o que aconteceu no processo visualizado.

2. Cite quais os processos de transformações de energia envolvidos.

3. Qual é o **efeito da corrente elétrica** observado nessa atividade?

4. Como esse fenômeno se relaciona com o **efeito Joule**?

5. Dê um exemplo do cotidiano em que o **efeito térmico da corrente elétrica** é aproveitado.

### Atividade Experimental 2

#### Quem aquece mais?

|                          |           |  |
|--------------------------|-----------|--|
| Atividade Experimental 2 | Tuma:     |  |
| Professor:               | Data: / / |  |
| Estudante:               |           |  |

O chuveiro elétrico é um dos equipamentos domésticos que mais consome energia elétrica. Seu funcionamento baseia-se na resistência elétrica, um fio condutor feito de material que oferece dificuldade à passagem da corrente elétrica. Essa resistência transforma parte da energia elétrica em energia térmica, aquecendo a água, um exemplo prático do efeito Joule. A potência elétrica do chuveiro indica a quantidade de energia transformada por unidade de tempo. Quanto maior a potência, mais rápido a água é aquecida, mas também maior é o consumo de energia.

Objetivos:

Analisar o comportamento do resistor durante o funcionamento.

Observar o aquecimento da água causado pela passagem de corrente elétrica (efeito Joule).

Verificar a influência da resistência elétrica na potência e na temperatura da água.

Relacionar a variação de temperatura com o tempo de exposição e a potência dissipada.

Materiais:

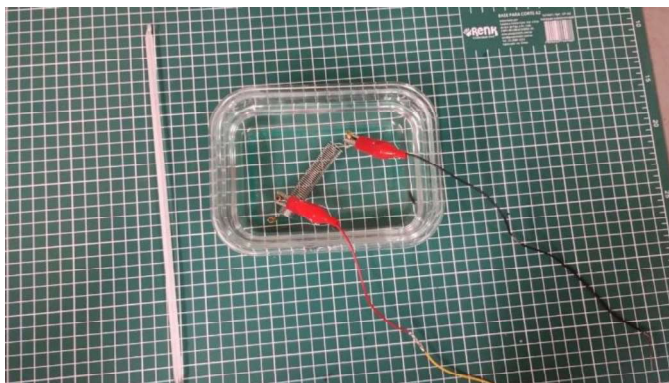
1 resistor de chuveiro elétrico.

Garra jacaré

- |                        |                                                |
|------------------------|------------------------------------------------|
| 1 termômetro           | Balança                                        |
| 1 palito de churrasco  | Cronometro (pode utilizar um aparelho celular) |
| 2 recipientes de vidro | Água                                           |
| Fios de cobre          |                                                |

### Procedimentos

1. Organizar os materiais sobre a mesa ou bancada.
2. Montar o experimento conforme a imagem abaixo.



Etapa 1: para o resistor maior comprimento

3. Certificar que o equipamento está conduzindo corrente elétrica. (Ligar e Desligar)
4. adicionar 150 gramas de água ao recipiente. Aferir a temperatura inicial:  
\_\_\_\_\_
5. Conectar ao resistor – ligá-lo. Cronometrar 1 minuto. Aferir a temperatura da água:  
\_\_\_\_\_.
6. Desligar o sistema.

Etapa 2: para o resistor menor comprimento

7. Certificar que o equipamento está conduzindo corrente elétrica. (Ligar e Desligar)
8. adicionar 150 gramas água ao recipiente. Aferir a temperatura inicial:  
\_\_\_\_\_
9. Conectar ao resistor – ligá-lo. Cronometrar 1 minuto. Aferir a temperatura da água:  
\_\_\_\_\_.
10. Desligar o sistema.

### Perguntas:

1. Complete a tabela com os dados do experimento realizado:

| Etapa | Tipo de Resistencia | Temperatura inicial (°C) | Temperatura Final (°C) | $\Delta T$ (°C) | Tempo (s) |
|-------|---------------------|--------------------------|------------------------|-----------------|-----------|
| 1     | Maior comprimento   |                          |                        |                 |           |
| 2     | Menor comprimento   |                          |                        |                 |           |

2. Qual dos resistores aqueceram mais?

---



---

3. O Resultado obtido era o que você esperava?

---

---

4. Pensando no chuveiro elétrico, que você pode selecionar entre inverno e verão, qual das resistências seria ideal para o inverno? Por quê?

---

---

5. Uma vez que a potência elétrica é a quantidade de energia dissipada por unidade de tempo, estime como encontrar o valor da potência elétrica das resistências.

---

6. Encontre o valor da potência elétrica.

7. E qual é o valor da resistência elétrica do resistor?

### Atividade experimental 3

#### Brilho das Lâmpadas

|                          |  |           |       |  |  |
|--------------------------|--|-----------|-------|--|--|
| Atividade Experimental 3 |  |           | Tuma: |  |  |
| Professor:               |  | Data: / / |       |  |  |
| Estudante:               |  |           |       |  |  |

#### Objetivos:

Identificar a relação da potência elétrica com resistência e o brilho da lâmpada.  
Relacionar a configuração do circuito com a potência total dissipada.

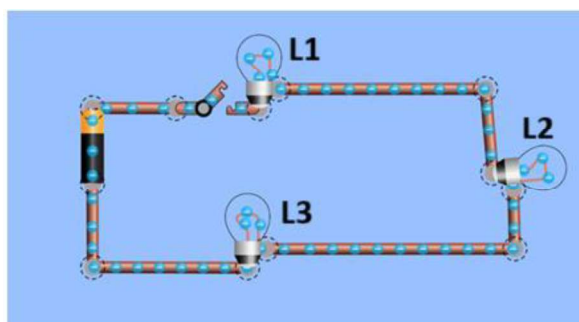
#### Materiais:

Simulador PHET

#### Procedimentos

Construir circuitos elétricos com resistores e lâmpadas observando o brilho das lâmpadas.

#### Montagem 1: Três lâmpadas em série



Altere a tensão da pilha para 20 V.

Anote a resistência das Lâmpadas \_\_\_\_\_

Ligue o circuito, no interruptor.

Veja a intensidade luminosa, brilho, nas lâmpadas.

A intensidade luminosa é:

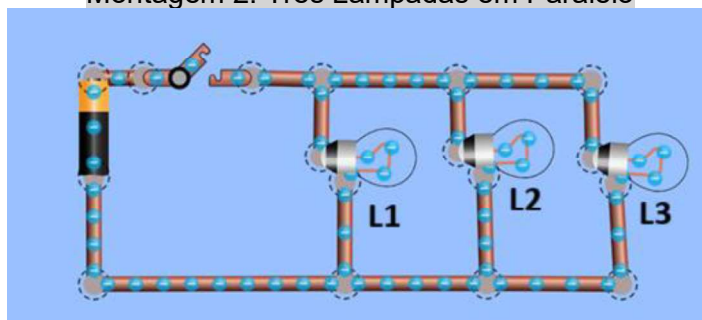
( ) a mesma em todas as Lâmpadas

( ) Maior na Lâmpada \_\_\_\_\_

( ) Menor na Lâmpada \_\_\_\_\_

Clique na lâmpada L3 e varie a resistência. O que está aconteceu com o brilho das lâmpadas, quando reduz e aumenta a resistência?

#### Montagem 2: Três Lâmpadas em Paralelo



Altere a tensão da pilha para 20 V.

Anote a resistência das Lâmpadas \_\_\_\_\_

Ligue o circuito, no interruptor.

Veja a intensidade luminosa, brilho, nas lâmpadas.

A intensidade luminosa é:

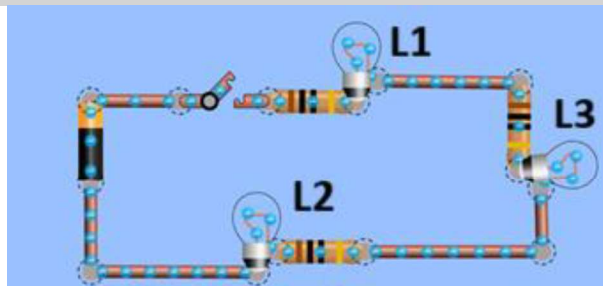
( ) a mesma em todas as Lâmpadas

( ) Maior na Lâmpada \_\_\_\_\_

( ) Menor na Lâmpada \_\_\_\_\_

Clique na lâmpada L3 e varie a resistência. O que está aconteceu com o brilho das lâmpadas, quando reduz e aumenta a resistência?

### Montagem 3: Três resistores idênticos em série com as Lâmpadas



Altere a tensão da pilha para 20 V.

Anote a resistência das Lâmpadas \_\_\_\_\_

Ligue o circuito, no interruptor.

Veja a intensidade luminosa, brilho, nas lâmpadas.

A intensidade luminosa é:

( ) a mesma em todas as Lâmpadas

( ) Maior na Lâmpada \_\_\_\_\_

( ) Menor na Lâmpada \_\_\_\_\_

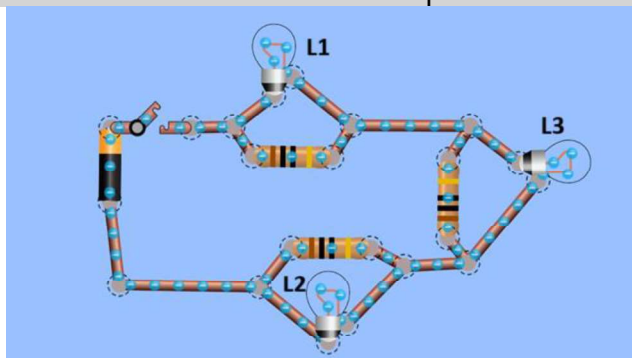
Clique na lâmpada L3 e varie a resistência. O que está aconteceu com o brilho das lâmpadas, quando reduz e aumenta a resistência?

\_\_\_\_\_

Remova a lâmpada L3, o que aconteceu?

\_\_\_\_\_

### Montagem 4: Três resistores idênticos em paralelo com as Lâmpadas



Altere a tensão da pilha para 20 V.

Anote a resistência das Lâmpadas \_\_\_\_\_

Ligue o circuito, no interruptor.

Veja a intensidade luminosa, brilho, nas lâmpadas.

A intensidade luminosa é:

( ) a mesma em todas as Lâmpadas

( ) Maior na Lâmpada \_\_\_\_\_

( ) Menor na Lâmpada \_\_\_\_\_

Clique na lâmpada L3 e varie a resistência. O que está aconteceu com o brilho das lâmpadas, quando reduz e aumenta a resistência?

\_\_\_\_\_

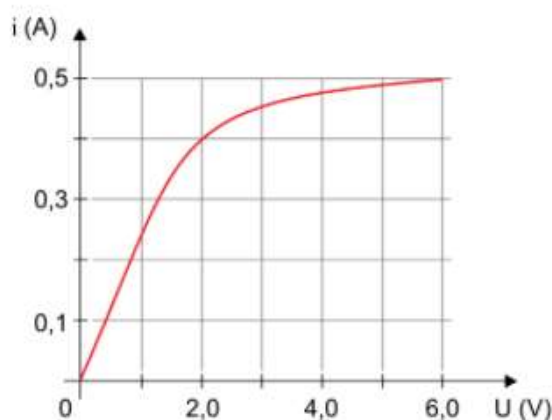
Remova a lâmpada L3, o que aconteceu?

\_\_\_\_\_

## Anexo da Aula 8: Materiais para a aula

### Exercícios complementares 2

1. (FAMERP 2020 – Adaptado) O gráfico mostra a intensidade da corrente elétrica que percorre o filamento de uma pequena lâmpada incandescente em função da diferença de potencial aplicada entre seus terminais.



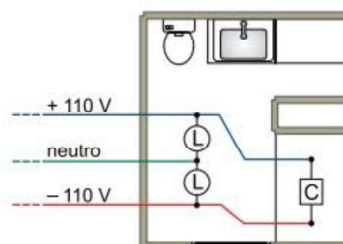
Quando o filamento dessa lâmpada é percorrido por uma corrente de 0,4 A, qual a potência dissipada por ele?

2. (UNESP - 2020 - 2ª FASE) O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) tem o objetivo de orientar o consumidor quanto ao consumo e à eficiência energética dos principais eletrodomésticos nacionais. A figura 1 ilustra a etiqueta de um chuveiro elétrico, apresentando a tensão nominal de funcionamento e as potências nominal e econômica (potência máxima e mínima do chuveiro). Em um banheiro, foram instalados esse chuveiro (C) e duas lâmpadas idênticas (L), de valores nominais (110 V – 60 W) cada, conforme a figura 2.

FIGURA 1

| Energia (Elétrica) |             | Chuveiro   |
|--------------------|-------------|------------|
| Marca              | Abcdefg     | EFICIÊNCIA |
| Modelo             | Água quente | ENERGÉTICA |
| Tensão nominal     | 220 V       | SUPERIOR A |
| Potência nominal   | 6 000 W     | XX %       |
| Potência econômica | 2 200 W     |            |
| Classe de Potência |             |            |
| 2 400 W            | A           | E          |
| 3 500 W            | B           |            |
| 4 600 W            | C           |            |
| 5 700 W            | D           |            |
| 6 800 W            | E           |            |
| 7 900 W            | F           |            |

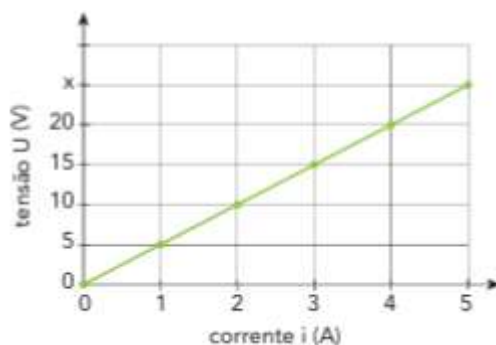
FIGURA 2



a) Calcule a intensidade da corrente elétrica, em ampères, que atravessa o chuveiro e determine a resistência elétrica, em  $\Omega$ , desse chuveiro quando ele opera com sua potência econômica.

b) Considere que as duas lâmpadas desse banheiro fiquem acesas simultaneamente por 30 minutos e que, nesse intervalo de tempo, o chuveiro permaneça ligado por 20 minutos, operando com sua potência nominal. Admitindo que 1 kWh de energia elétrica custe R\$ 0,50, calcule o gasto, em reais, gerado nos 30 minutos desse banho, devido ao funcionamento do chuveiro e das lâmpadas.

3. (UERJ 2025 - 2ºExame) Para determinar a potência dissipada por um equipamento industrial, verificou-se a relação entre a corrente elétrica  $i$ , em ampères, e a tensão  $U$ , em volts, aferidas no circuito. O valor da tensão  $x$ , correspondente à corrente de 5 A, não foi registrada, conforme indica o gráfico.



Nesse circuito, quando  $i = 5$  A, a potência instantânea dissipada pelo equipamento, em watts, é igual a:

- a) 125
- b) 150
- c) 175
- d) 200

4. Em dias frios, muitas pessoas ajustam o chuveiro elétrico para a posição “inverno” a fim de aquecer melhor a água do banho. Um modelo de chuveiro possui potência de 6,4 kW nessa posição e aquece a água que o atravessa com uma vazão de 50 gramas por segundo.

Sabendo que a água entra no chuveiro a  $23^\circ\text{C}$ , determine a temperatura da água ao sair.

Dados: calor específico da água  $1,0 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ ;  $1 \text{ cal} = 4 \text{ J}$ .

## Anexo da Aula 9: Materiais para a aula

### Exercícios complementares 3 Aprimorando os conceitos

|                             |  |           |       |  |  |
|-----------------------------|--|-----------|-------|--|--|
| Exercícios Complementares 3 |  |           | Tuma: |  |  |
| Professor:                  |  | Data: / / |       |  |  |
| Estudante:                  |  |           |       |  |  |

1. (UNESP 2020) Na maioria dos peixes elétricos as descargas são produzidas por órgãos elétricos constituídos por células, chamadas eletroplacas, empilhadas em colunas. Suponha que cada eletroplaca se comporte como um gerador ideal.

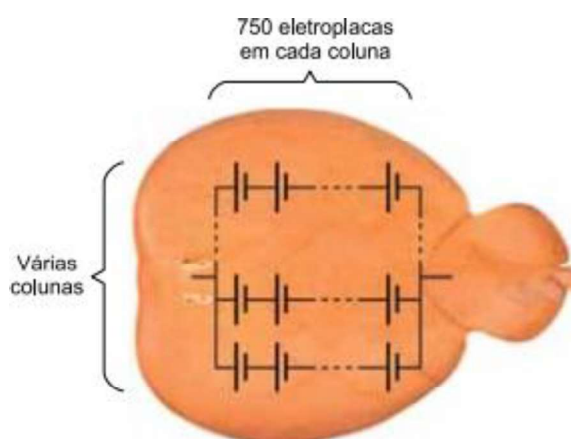


Suponha que o sistema elétrico de um poraquê, peixe elétrico de água doce, seja constituído de uma coluna com 5 000 eletroplacas associadas em série, produzindo uma força eletromotriz total de 600 V.



(<https://hypescience.com>. Adaptado.)

Considere que uma raia-torpedo, que vive na água do mar, possua um sistema elétrico formado por uma associação em paralelo de várias colunas, cada uma com 750 eletroplacas iguais às do poraquê, ligadas em série, constituindo mais da metade da massa corporal desse peixe.



([www.megatimes.com.br](http://www.megatimes.com.br). Adaptado.)

Desconsiderando perdas internas, se em uma descarga a raia-torpedo conseguir produzir uma corrente elétrica total de 50 A durante um curto intervalo de tempo, a potência elétrica gerada por ela, nesse intervalo de tempo, será de

- a) 3500 W
- b) 3000 W
- c) 2500 W
- d) 4500 W
- e) 4000 W

2. (PAES – UEMA 2020) Dependendo da região, a tensão das instalações elétricas no Brasil é de 110 V ou 220 V. Por isso é comum o uso de um sistema de proteção para os aparelhos elétricos, as conhecidas régua, filtros de linhas, que possuem dispositivos de segurança que evitam a passagem de altas correntes para os aparelhos neles conectados.

Em uma residência, os equipamentos elétricos têm as seguintes características, descritas conforme a tabela de tensão e de potência. Os aparelhos estão ligados ao filtro de linha, todos associados em paralelo.

Tabela I

| Aparelhos           | Tensão | Potência Aproximada (W - WATTS ) |
|---------------------|--------|----------------------------------|
| Cafeteira Elétrica  | 220 V  | 660                              |
| Liquidificador      | 220 V  | 220                              |
| Máquina de Lavar    | 220 V  | 1100                             |
| Torradeira Elétrica | 220 V  | 2200                             |
| Ventilador          | 220 V  | 110                              |
| Secador de Cabelo   | 220 V  | 990                              |

a) Qual a intensidade total de corrente elétrica no filtro após todos os equipamentos estarem ligados?

b) A tabela a seguir traz os valores das correntes elétricas em miliampère (mA), seguidos dos efeitos causados sobre o corpo humano.

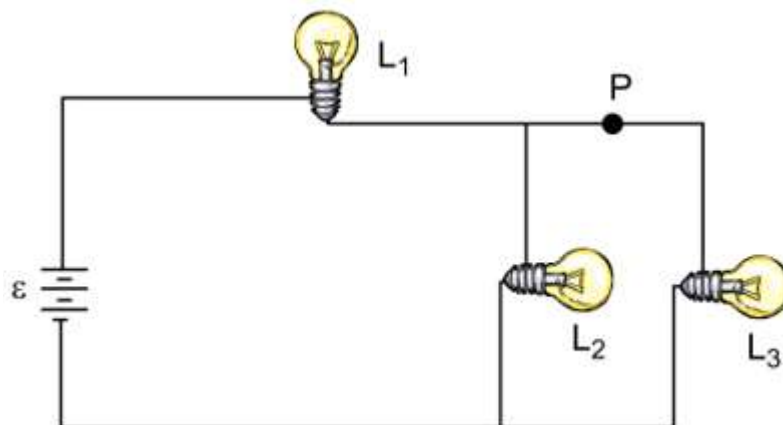
| Corrente Elétrica  | Dano Biológico                            |
|--------------------|-------------------------------------------|
| Até 10 mA          | Dor e contração muscular                  |
| De 10 até 20 mA    | Aumento das contrações musculares         |
| De 20 mA até 0,1 A | Parada respiratória                       |
| 0,1 até 3 A        | Fibrilação ventricular que pode ser fatal |
| Acima de 3 A       | Parada cardíaca, queimaduras graves       |

Qual o dano biológico que essa intensidade de corrente obtida no item anterior poderia provocar sobre o indivíduo?

c) Na residência universitária, os equipamentos são ligados em um filtro de linha com um fusível que suporta 20 A com tolerância de 10 %. Certo dia, todos os “cinco primeiros” equipamentos da tabela de tensão e potência (tabela I), já estavam ligados, quando a estudante Maria ligou o secador de cabelo. O que aconteceu com o fusível: queimou ou não queimou? Justifique sua resposta com o cálculo.

d) Qual seria, aproximadamente, o gasto mensal (30 dias) de consumo, considerando apenas os “três aparelhos” de maior potência da residência ligados durante meia hora todos os dias? Considere R\$ 0,65 o preço do kWh.

3. (FGV – 2020 )O esquema representa um circuito elétrico composto por uma bateria ideal de força eletromotriz  $\varepsilon$  e três pequenas lâmpadas incandescentes idênticas.



Supondo que as resistências das lâmpadas sejam constantes, se o circuito for interrompido no ponto P, o brilho

- a) de  $L_1$  aumentará e o de  $L_2$  diminuirá.
- b) de  $L_1$  e  $L_2$  aumentarão.
- c) de  $L_1$  e  $L_2$  não se alterarão.
- d) de  $L_1$  diminuirá e o de  $L_2$  aumentará.
- e) de  $L_1$  diminuirá e o de  $L_2$  não se alterará.

4. (FUVEST 2023)O Brasil é o país recordista mundial em queda de raios, com uma estimativa de mais de 70 milhões de eventos desse tipo por ano. Uma descarga elétrica dessas pode envolver campos elétricos da ordem de dez kilovolts por metro e um deslocamento de 30 coulombs de carga em um milésimo de segundo.

Com base nessas estimativas e assumindo o campo elétrico como sendo constante, a potência associada a um raio de 100 m de comprimento corresponde a:

- a) 30 GW
- b) 3 GW
- c) 300 MW
- d) 30 MW
- e) 3 MW

## Anexo da Aula 10: Materiais para a aula

### Justificativas das questões do banco de questões

Questão 1:

Questão 59 ENEM 2016 Caderno Amarelo

A usina de Itaipu é uma das maiores hidrelétricas do mundo em geração de energia. Com 20 unidades geradoras e 14 000 MW de potência total instalada, apresenta uma queda de 118,4 m e vazão nominal de 690 m<sup>3</sup>/s por unidade geradora. O cálculo da potência teórica leva em conta a altura da massa de água represada pela barragem, a gravidade local (10 m/s<sup>2</sup>) e a densidade da água (1 000 kg/m<sup>3</sup>). A diferença entre a potência teórica e a instalada é a potência não aproveitada.

Disponível em: [www.itaipu.gov.br](http://www.itaipu.gov.br). Acesso em: 11 maio 2013 (adaptado)

Qual é a potência, em MW, não aproveitada em cada unidade geradora de Itaipu?

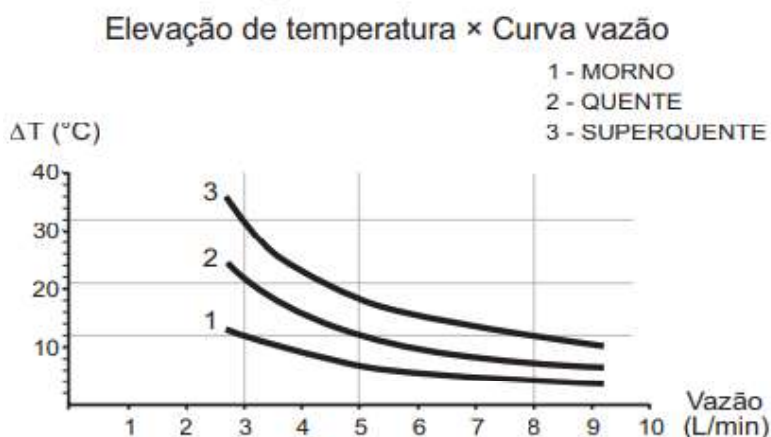
| Alternativas    | Justificativas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) 0            | O estudante pode interpretar que a potencia total é a mesma que a útil considerando que não há outra dissipação, ou ainda propor uma eficiência de 100%.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| b) 1,18         | A falta de interpretação do problema pode levar o aluno a identificar um valor numérico já apresentado, nesse caso a altura da queda corresponde a 118,4 m e por acaso realizou alguma divisão por 100.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| c) 116,96       | <p><b>A Potência elétrica pode ser calculada pela relação da massa com a densidade o volume do corpo, nesse caso com a vazão da água, assim a potência provinda da energia potencial gravitacional: <math>P = m \cdot g \cdot h</math>, onde <math>m</math> é massa da água, <math>g</math> é a aceleração da gravidade no local e <math>h</math> a altura da queda. Fazendo a substituição da massa, <math>m = d \cdot Z</math>. Tal que a Potência total, <math>P_{total} = d \cdot Z \cdot g \cdot h</math>.</b></p> <p><b>Onde <math>d</math> é a densidade, <math>Z</math> é a vazão, <math>g</math> é a aceleração da gravidade e <math>h</math> a altura da queda.</b></p> <p><b><math>P_{total} = 1000 \cdot 690 \cdot 10 \cdot 118,4 = 816.960.000 \text{ W}</math></b></p> <p><b>Utilizando a notação científica para expressar a potência em megawatt (MW):</b></p> <p><b><math>P_{total} = 816,96 \text{ MW}</math></b></p> <p><b>Enquanto a Potência útil da usina é o tanto de energia fornecida pelas unidade geradoras:</b></p> <p><b><math>P_{util} = 14000/20</math></b></p> <p><b><math>P_{util} = 700 \text{ MW}</math></b></p> <p><b>Assim a Potência dissipada corresponde a diferença entre a potência gerada pela queda d'água com a potência aproveitada.</b></p> <p><b><math>P_{dissipada} = P_{total} - P_{util}</math></b></p> <p><b><math>P_{dissipada} = 816,96 - 700 = 116,96 \text{ MW.}</math></b></p> |
| d) 816,96       | O aluno pode ter entendido que a potencia dissipada fosse correspondente a energia total.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| e) 13<br>183,04 | Supõe que há confusão, um valor tão grande indica que o aluno pode ter feito series de operações matemáticas sem cunho interpretativo do problema.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Questão 2:

Questão 134 ENEM 2017 Caderno Azul

No manual fornecido pelo fabricante de uma ducha elétrica de 220 V é apresentado um gráfico com a variação da temperatura da água em função da vazão para três condições (morno, quente e superquente). Na condição superquente, a potência dissipada é de 6 500 W. Considere o calor específico da água igual a 4 200 J/(kg °C) e densidade da água igual a 1

kg/L.



Com base nas informações dadas, a potência na condição morno corresponde a que fração da potência na condição superquente?

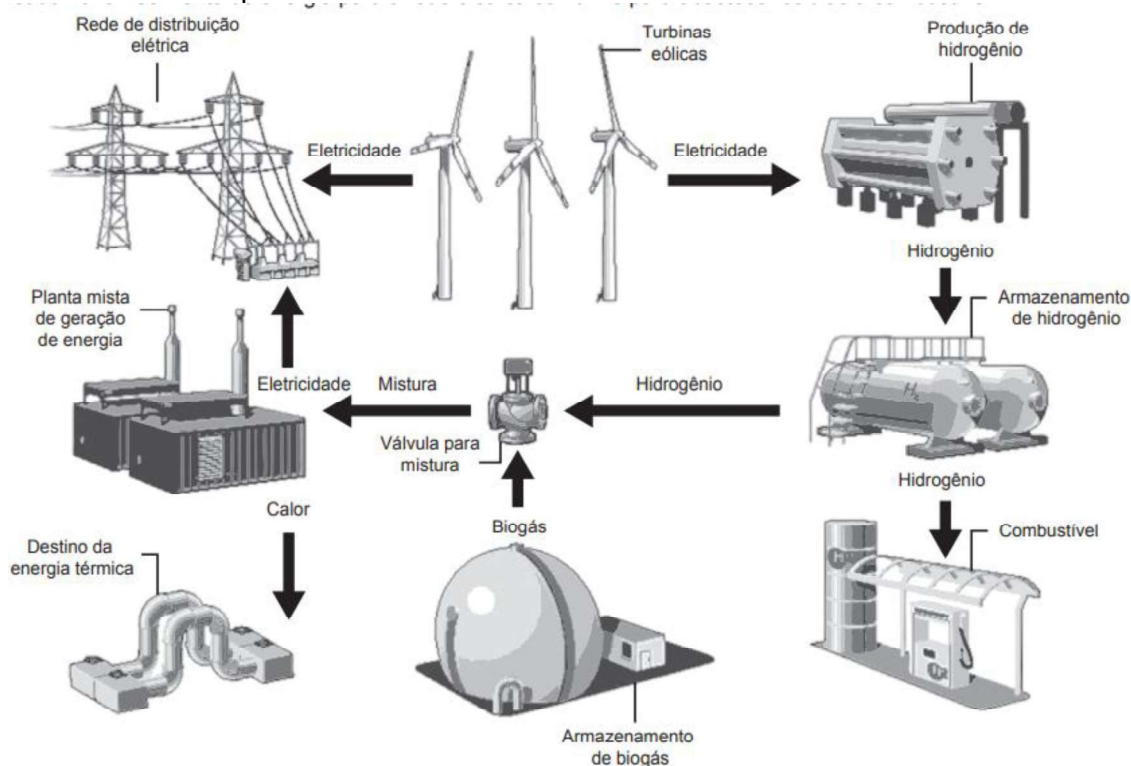
| Alternativas | Justificativas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) 1/3       | O aluno pode fazer a leitura errada da variação de temperatura, exemplo o aquecimento morno a 8 °C e superaquecimento a 35 °C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| b) 1/5       | O aluno pode ter utilizado uma regra de três para achar a potência elétrica dissipada pelo aquecimento morno, mesmo com confusão na escolha dos valores a partir do gráfico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| c) 3/5       | O aluno pode ter pensado que o aquecimento “morno” estava próximo de 15 °C e o superquente 25 °C, arredondando incorretamente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| d) 3/8       | <p><b>O objetivo do exercício é encontrar a razão entre a potência na condição morna e superquente, para analisar a razão precisa-se atentar para a vazão. Nessa análise, é necessário manter uma das grandezas fixas no diagrama da Variação de temperatura com a vazão.</b></p> <p><b>Montando a razão, uma vez que potencia é a taxa de transferência de energia (calor) por unidade de tempo.</b></p> $\frac{\text{Potência morno}}{\text{Potência superquente}} = \frac{\text{Pot}_1}{\text{Pot}_3} = \frac{\frac{H_1}{\Delta t_1}}{\frac{H_3}{\Delta t_2}}$ <p><b>A quantidade de calor necessária para alterar a temperatura da água pode ser expressão por: <math>H=m.c.\Delta T</math>. E mantendo um valor fixo da vazão em 3 L/min, a variação de temperatura para estágio morno, <math>\Delta T_1=32\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, e para o superquente, <math>\Delta T_3=12\text{ }^{\circ}\text{C}</math>. Assim, conserva-se a massa de água dos dois estágios e o intervalo de tempo (<math>\Delta t_1=\Delta t_3</math>).</b></p> <p><b>Então, <math>\frac{\text{Pot}_1}{\text{Pot}_3} = \frac{\frac{m.c.\Delta T_1}{\Delta t_1}}{\frac{m.c.\Delta T_3}{\Delta t_3}}</math></b></p> <p><b><math>\frac{\text{Pot}_1}{\text{Pot}_3} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_3}</math>, substituindo as variações de temperatura:</b></p> $\frac{\text{Pot}_1}{\text{Pot}_3} = \frac{12}{32} = \frac{3}{8}$ |
| e) 5/8       | O aluno provavelmente confundiu o gráfico, acreditando que a variação de temperatura no aquecimento morno era de                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|  |                                                                         |
|--|-------------------------------------------------------------------------|
|  | aproximadamente 15 °C e no superquente de 24 °C, assim, $15/24 = 5/8$ . |
|--|-------------------------------------------------------------------------|

Questão 3:

Questão 105 ENEM 2017 Caderno Amarelo:

A figura mostra o funcionamento de uma estação híbrida de geração de eletricidade movida a energia eólica e biogás. Essa estação possibilita que a energia gerada no parque eólico seja armazenada na forma de gás hidrogênio, usado no fornecimento de energia para a rede elétrica comum e para abastecer células a combustível.



Mesmo com ausência de ventos por curtos períodos, essa estação continua abastecendo a cidade onde está instalada, pois o(a)

| Alternativas                                                                                                        | Justificativas                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) planta mista de geração de energia realiza eletrólise para enviar energia à rede de distribuição elétrica.       | O estudante pode lembrar que a eletrólise usa energia elétrica para produzir hidrogênio e associar isso de modo simplista com o fornecimento de energia. A eletrólise <b>consome energia elétrica</b> , não fornece. A função dela é armazenar energia na forma de hidrogênio, não entregar diretamente à rede. |
| b) combustão da mistura biogás-hidrogênio gera diretamente energia elétrica adicional para a manutenção da estação. | Menciona biogás + hidrogênio, elementos reais da estação, o que dá credibilidade. A combustão desses gases <b>gera calor</b> (ou alimenta células a combustível), e só depois esse calor pode ser convertido em eletricidade. Não existe geração elétrica <b>direta</b> pela combustão.                         |
| c) conjunto de turbinas continua girando com a mesma velocidade, por inércia, mantendo a eficiência anterior.       | O aluno pode pensar que a inércia das pás do aerogerador manteria o sistema ativo por algum tempo. A inércia mecânica das turbinas é muito pequena diante da potência elétrica demandada por uma cidade — não sustenta a geração. Isso só vale por frações de segundo,                                          |

|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                               | e não para “abastecer a cidade”.                                                                                                                                                                                                               |
| <b>d) hidrogênio produzido e armazenado é utilizado na combustão com o biogás para gerar calor e eletricidade.</b>            | <b>Quando não há energia eólica, seguindo esquema, percebe-se que a ainda há armazenamento de hidrogênio e biogás para geração de calor e eletricidade.</b>                                                                                    |
| e) planta mista de geração de energia é capaz de utilizar todo o calor fornecido na combustão para a geração de eletricidade. | Pode induzir o estudante a lembrar do princípio da conservação da energia. Em nenhum processo termoeletrico o calor é convertido integralmente em eletricidade. Sempre há perdas por limitações termodinâmicas (Segunda Lei da Termodinâmica). |

Questão 4:

Questão 109 ENEM 2018 Caderno Amarelo:

Alguns peixes, como o poraquê, a energia-elétrica da Amazônia, podem produzir uma corrente elétrica quando se encontram em perigo. Um poraquê de 1 metro de comprimento, em perigo, produz uma corrente em torno de 2 ampères e uma voltagem de 600 volts.

O quadro apresenta a potência aproximada de equipamento elétricos.

| Equipamento elétrico   | Potência aproximada (watt) |
|------------------------|----------------------------|
| Exaustor               | 150                        |
| Computador             | 300                        |
| Aspirador de pó        | 600                        |
| Churrasqueira elétrica | 1 200                      |
| Secadora de roupas     | 3 600                      |

O equipamento elétrico que tem potência similar àquela produzida por esse peixe em perigo é o(a)

| Alternativas                      | Justificativas                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) exaustor.                      | O aluno provavelmente se confundiu com as equações, talvez fizera $P = V/i^2 = 600/(2^2) = 150$ .                                                                                              |
| b) computador.                    | O aluno pode ter feito interpretado a potência como a divisão da tensão pela corrente, ou seja: $P = 600/2 = 300 \text{ W}$ .                                                                  |
| c) aspirador de pó.               | O aluno pode ter associado a potência elétrica com a voltagem, tensão.                                                                                                                         |
| <b>d) churrasqueira elétrica.</b> | <b>A cálculo da potência elétrica é dado pelo produto da diferença de potencial pela corrente elétrica, então: <math>P=V.i</math>. Para o poraquê, <math>P=600.2 = 1200 \text{ W}</math>.</b>  |
| e) secadora de roupas.            | Provavelmente o aluno adotou outra conversão de potência elétrica, como o caso de $P=v^2.R$ , e ainda erro de leitura do número ou incompatibilidade. Fazendo: $P = v^2 = (600^2) = 360.000$ . |

Questão 5:

Carros elétricos estão cada vez mais baratos, no entanto, os órgãos governamentais e a indústria se preocupam com o tempo de recarga das baterias, que é muito mais lento quando comparado ao tempo gasto para encher o tanque de combustível. Portanto, os usuários de transporte individual precisam se conscientizar dos ganhos ambientais dessa mudança e planejar com antecedência seus percursos, pensando em pausas necessárias para recargas.

Após realizar um percurso de 110 km, um motorista pretende recarregar as baterias de seu carro elétrico, que tem um desempenho médio de 5,0 km/kWh, usando um carregador ideal que opera a uma tensão de 220 V e é percorrido por uma corrente de 20 A.

Quantas horas são necessárias para recarregar a energia utilizadas nesse percurso?

| Alternativas | Justificativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) 0,005     | <p>O aluno pode ter esquecido de converter o consumo de energia, expresso em kwh, expressar por meio da potência. <math>22 \text{ kWh} = 22 \times 10^3 \text{ Wh} = 22.000 \text{ Wh}</math>. O erro, leva o aluno a encontrar:</p> $\Delta t = \frac{22}{(220) \cdot (20)} = \frac{22}{4.400} = 0,005 \text{ h}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| b) 0,125     | <p>O aluno associa o consumo de energia como produto do deslocamento com o desempenho e atribui o intervalo de tempo com a potência elétrica desenvolvida:</p> $"\Delta t" = \frac{(110) \cdot (5)}{(220) \cdot (20)} = 0,125$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| c) 2,5       | <p>Provavelmente o aluno pode ter confundido as grandezas, uma opção é utilizar a distância pretendida como unidade de consumo de energia e realizar a multiplicação por cem:</p> $"\Delta t" = \frac{11.000}{(220) \cdot (20)} = 2,5$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| d) 5,0       | <p><b>O enunciado aponta que a bateria do carro tem um desempenho médio de 5 km/kWh, assim o consumo energético necessário para realizar o percurso de 110 km é de</b></p> $\frac{110 \text{ km}}{5 \text{ km/kWh}} = 22 \text{ kWh}$ <p><b>Através do consumo de energia pode se encontrar o tempo que a bateria fornecera para funcionamento do carro,</b></p> $E = P \cdot \Delta t$ <p><b>Uma vez que a potência é o produto da tensão pela corrente, <math>P = V \cdot i</math>:</b></p> $E = (V \cdot i) \cdot \Delta t$ <p><b>Daí o intervalo de tempo será:</b></p> $\Delta t = \frac{E}{V \cdot i}$ <p><b>onde <math>V = 220 \text{ V}</math> e <math>i = 20 \text{ A}</math></b></p> $\Delta t = \frac{22.000}{(220) \cdot (20)} = \frac{22.000}{4.400} = 5 \text{ h}$ |
| e) 8,0       | <p>Pode entender que a potência necessária é a mínima e divide o valor por 2, obtendo:</p> $"\Delta t" = \frac{(110) \cdot (5)}{\left(\frac{(220) \cdot (20)}{2}\right)} = 8,0$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Questão 6:

Questão 111 ENEM 2022 Caderno Amarelo:

O manual de uma ducha elétrica informa que seus três níveis de aquecimento (morno, quente e superquente) apresentam as seguintes variações de temperatura da água em função de sua vazão:

| Vazão $\left(\frac{\text{L}}{\text{min}}\right)$ | $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ |        |             |
|--------------------------------------------------|------------------------------|--------|-------------|
|                                                  | Morno                        | Quente | Superquente |
| 3                                                | 10                           | 20     | 30          |
| 6                                                | 5                            | 10     | 15          |

Utiliza-se um disjuntor para proteger o circuito dessa ducha contra sobrecargas elétricas em qualquer nível de aquecimento. Por padrão, o disjuntor é especificado pela corrente nominal igual ao múltiplo de 5 A imediatamente superior à corrente máxima do circuito. Considere que a ducha deve ser ligada em 220 V e que toda a energia é dissipada através da resistência do chuveiro e convertida em energia térmica transferida para a água, que apresenta calor específico de 4,2 J/g °C e densidade de 1 000 g/L.

O disjuntor adequado para a proteção dessa ducha é especificado por:

| Alternativas | Justificativas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) 60 A      | O aluno pode ter usado a tensão de 110 V, por exemplo.<br>$i = 6300/110 = 57,27$ A, precisaria de um disjuntor de 60 A.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| b) 30 A      | <p><b>A Potência elétrica dissipada no sistema vem da quantidade de calor, então:</b></p> $P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{H \text{ (calor)}}{\Delta t}$ $P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{\Delta t}$ <p><b>A massa pode ser expressa pela densidade, <math>m = d \cdot \text{Vol}</math>,</b></p> $P = \frac{(d \cdot \text{Vol}) \cdot c \cdot \Delta T}{\Delta t}$ <p><b>Enquanto a razão: <math>\frac{\text{Vol}}{\Delta t}</math> é a razão (Z):</b></p> $P = d \cdot Z \cdot c \cdot \Delta T$ <p><b>Substituindo as grandezas, para a função superquente da ducha:</b><br/> <math>d = 1000</math> g/L<br/> <math>Z = 6</math> l/min<br/> <math>c = 4,2</math> J/g°C<br/> <math>\Delta T = 15</math> °C</p> $P = 1000 \cdot 6 \cdot 4,2 \cdot 15$ $P = 378.000 \text{ J/min}$ <p><b>Convertendo a potência para J/s (basta dividir por 60)</b><br/> <math>P = 6300 \text{ J/s} = 6300 \text{ W}</math></p> <p><b>Usando a relação da potência elétrica <math>P = V \cdot i</math>, sob uma tensão de 220 V a corrente elétrica será:</b></p> $6300 = 220 \cdot i$ $i = 6300/220 \rightarrow i = 28,63 \text{ A} \cong 30 \text{ A}$ <p><b>Por tanto como os disjuntores são dados em múltiplos de 5 A, o valor mais seguro é um disjuntor de 30 A.</b></p> |
| c) 20 A      | Provavelmente confundiu os dados do superquente como quente, A potência ficaria:<br>$P = 1000 \cdot 6 \cdot 4,2 \cdot 10 = 256.000 \text{ J/min} = 4.200 \text{ J/s}$ .<br>Obtendo uma corrente elétrica:<br>$i = 4.200/220 = 19,09 \text{ A}$ .<br>O disjuntor ideal para esse caso seria de 20 A.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| d) 10 A | O aluno pode ter utilizado para o cálculo da potência a variação de temperatura de 5 °C, Assim:<br>$P = 1000 \cdot 6.4,2.5 = 126.000 \text{ J/min} = 2.100 \text{ J/s}$<br>Obtendo uma corrente de $i = 2.100/220 = 9,54 \text{ A}$ .<br>Nesse caso seria necessário um disjuntor de 10 A. |
| e) 5 A  | Provavelmente o aluno interpretou a potência como metade: Fazendo $P = 1000 \cdot 6.4,2.5 = 2.100 \text{ J/s} \rightarrow P = (2.100/2) = 1.050 \text{ J/s}$ .<br>Obtendo uma corrente para o disjuntor de:<br>$i = (1.050)/(220) = 4,77 \text{ A} \cong 5 \text{ A}$ .                    |

Questão 7:

Questão 133 ENEM 2022 Caderno Amarelo:

Uma lanterna funciona com três pilhas de resistência interna igual a  $0,5 \Omega$  cada, ligadas em série. Quando posicionadas corretamente, devem acender a lâmpada incandescente de especificações 4,5 W e 4,5 V. Cada pilha na posição correta gera uma f.e.m. (força eletromotriz) de 1,5 V. Uma pessoa, ao trocar as pilhas da lanterna, comete o equívoco de inverter a posição de uma das pilhas. Considere que as pilhas mantêm contato independentemente da posição.

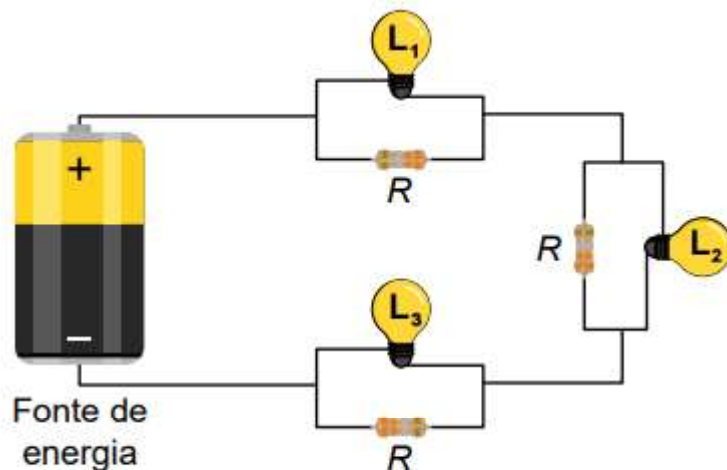
Com esse equívoco, qual é a intensidade de corrente que passa pela lâmpada ao se ligar a lanterna?

| Alternativas | Justificativas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) 0,25 A    | <p><b>Com as três resistências ligadas em série, a resistência das pilhas é de</b></p> $r_{eq} = r_1 + r_2 + r_3$ $r_{eq} = 0,5 + 0,5 + 0,5 = 1,5 \text{ ohm}$ <p><b>A resistência da lâmpada incandescente pode ser calculada pela relação da potência elétrica com a tensão:</b></p> $P = \frac{U^2}{R} \rightarrow R = \frac{U^2}{P}$ $R = \frac{4,5^2}{4,5} = 4,5 \text{ ohm}$ <p><b>A resistência total do circuito:</b></p> $R_{total} = 1,5 + 4,5 = 6,0 \text{ ohm}$ <p><b>A tensão sobre o sistema, lembrando que uma das pilhas está invertida:</b></p> $V_E = 1,5 + 1,5 - 1,5 = 1,5 \text{ V}$ <p><b>Assim, a corrente elétrica que passa pela lâmpada é dada por:</b></p> $V = R \cdot i$ $1,5 = 6 \cdot i$ $i = (1,5)/6 = 0,25 \text{ A}$ |
| b) 0,33 A    | Se o aluno ignorar as resistências internas das pilhas, a resistência total no circuito assume o valor da resistência da lâmpada ( $R = 4,5 \text{ ohm}$ ). E ao considerar a tensão de apenas uma pilha ( $V = 1,5 \text{ V}$ ):<br>$i = (1,5)/(4,5) = 0,333... \text{ A}$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| c) 0,75 A    | Ao assumir que nenhuma das pilhas forma invertidas, A tensão total será de $V = 1,5 + 1,5 + 1,5 = 4,5 \text{ V}$ . E a resistência equivalente das pilhas e da lâmpada, $R = 4,5 + 1,5 = 6,0 \text{ ohm}$ . Assim a corrente elétrica seria:<br>$i = (4,5)/(6) = 0,75 \text{ A}$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| d) 1,00 A    | Ao considerar apenas a resistência da lâmpada ( $R = 4,5$ ) e a tensão total com todas as pilhas sem inversão ( $V = 4,5 \text{ V}$ ), logo a corrente elétrica seria:<br>$i = (4,5)/(4,5) = 1 \text{ A}$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| e) 1,33 A    | O aluno pode ter invertido a operação da corrente elétrica, ao considerar a tensão total igual a 6 V e a resistência como 4,5 ohm, assim, $i = 6/(4,5) = 1,33... \text{ A}$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Questão 8:

Questão 98 ENEM 2023 Caderno amarelo

O circuito com três lâmpadas incandescentes idênticas, representado na figura, consiste em uma associação mista de resistores. Cada lâmpada ( $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$ ) é associada, em paralelo, a um resistor de resistência  $R$ , formando um conjunto. Esses conjuntos são associados em série, tendo todas as lâmpadas o mesmo brilho quando ligadas à fonte de energia. Após vários dias em uso, apenas a lâmpada  $L_2$  queima, enquanto as demais permanecem acesas.



Em relação à situação em que todas as lâmpadas funcionam, após a queima de  $L_2$ , os brilhos das lâmpadas serão

| Alternativas                                            | Justificativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) os mesmos.                                           | O aluno pensa que a queima de uma lâmpada em paralelo não afeta as outras (confunde com paralelo simples).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| b) mais intensos.                                       | O aluno imagina que, com uma lâmpada a menos, sobra mais tensão para as demais (ignora que o conjunto central virou só resistor).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| c) menos intensos.                                      | <p><b>Situação inicial:</b><br/>Cada conjunto é formado por uma lâmpada em paralelo com um resistor <math>R</math>.<br/>Os três conjuntos estão em série entre si e ligados à fonte de tensão, os conjuntos são percorridos por uma mesma corrente elétrica.<br/>Como as lâmpadas são idênticas, cada uma recebe a mesma ddp e apresenta mesmo brilho.</p> <p><b>Situação 2: Lâmpada <math>L_2</math> queima.</b><br/>Ao queimar <math>L_2</math>, o ramo correspondente às lâmpadas se abre, restando apenas o resistor <math>R</math>.<br/>Quando os resistores estão ligados em paralelo, quanto mais resistores, menor a resistência equivalente, nesse caso há a redução de um resistor, aumentando a resistência equivalente do circuito. As outras lâmpadas iram se acender só com menor intensidade devido a corrente elétrica ser menor que a situação inicial.</p> |
| d) menos intenso para $L_1$ e o mesmo para $L_3$ .      | O aluno acredita que só o ramo próximo à lâmpada queimada é afetado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| e) mais intenso para $L_1$ e menos intenso para $L_3$ . | O erro de assimetria: o circuito é simétrico, mas o aluno imagina uma "preferência" de corrente para um lado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |