

## **PRODUTO EDUCACIONAL - Material Didático-Pedagógico**

### **CÉLULAS FOTOVOLTAICAS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE LIGAÇÃO DE GERADORES EM SÉRIE E EM PARALELO**

Rodrigo de Oliveira Pereira

Produto Educacional da Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo UEM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Antônio Custódio de Melo

**MARINGÁ, PR  
Agosto, 2020**

# APRESENTAÇÃO

---

Segue o texto indicando uma proposta de sequência de aula voltada para alunos do terceiro ano do ensino médio. Este produto educacional traz um guia, isto é, uma sequência didática, com proposta de estudo da eletricidade, sobre ligação de fontes de força eletromotriz (fem), como baterias e células solares, em série e paralelo e o funcionamento e aplicação de células solares. Esta sequência de aulas é um guia prático do estudo introdutório da física do eletromagnetismo, provendo conhecimento básico para o entendimento de outras aplicações físicas, bem como de outras áreas, como o cuidado do meio ambiente.

Para este guia prático, é proposto à realização de três experimentos: o primeiro para demonstrar que há um paralelo entre a corrente e a tensão, suas unidades de medidas, o Volts e o Ampère, utilizando recipientes e mangueiras com água. O segundo experimento foi arranjado com pilhas normais de 1,5 V (conhecidos como AA) em diferentes configurações de ligação utilizando o multímetro para medir as reações causadas em cada tipo de ligação. O terceiro experimento foi realizado com células fotovoltaicas medindo 3,5 cm de largura e 15 cm de comprimento, causando tensão elétrica de cerca de 5 volts e de cerca de 50 miliampère de corrente elétrica quando iluminadas pelo sol. As células solares foram montadas em diferentes configurações de ligação e usando o multímetro para medir as reações ocasionadas em cada tipo de ligação. A partir destes dados obtidos com o multímetro foi possível utilizar uma bomba d'água. Todos os materiais utilizados são de fácil acesso, as especificações serão dadas a seguir. Aconselha-se usar estes três experimentos nesta sequência.

Assim, ao aplicar este produto educacional busca-se contemplar o estudo do eletromagnetismo, objetivando decorrer os conteúdos: tensão e corrente elétrica, ligação de fem em série e paralelo e o efeito fotovoltaico. A energia solar que tem sido adotada como forma de energia, derivando de uma fonte natural e inesgotável, que é o sol. Experimento aplicado junto ao 3º ano do ensino médio que abrange estes conteúdos.

# Sumário

<b>1 OBJETIVOS DO PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>4</b>
1.1 Objetivos gerais .....	4
<b>2 DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS, PROCEDIMENTOS E MÉTODOS PARA REALIZAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
2.1 Experimentos .....	5
<b>3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>12</b>
3.1 Desenvolvimento e aplicação .....	12
3.2 Detalhamento das aulas a serem realizadas .....	13
<b>4 RESULTADOS ESPERADOS .....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>22</b>
<b>APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>25</b>
<b>APÊNDICE B: GABARITO DO QUESTIONÁRIO: RESPOSTAS ESPERADAS ....</b>	<b>27</b>

# 1 OBJETIVOS DO PRODUTO EDUCACIONAL

---

## 1.1 Objetivos Gerais:

- Oportunizar aos educandos uma melhor compreensão sobre tensão e intensidade de corrente, bem como as grandezas envolvidas;
- Permitir que os alunos consigam conceituar as diferentes reações entre ligação de baterias em série e paralelo;
- Possibilitar que os alunos conheçam e/ou aprofundam o conhecimento sobre as diferentes formas de energia renovável;
- Demonstrar, por meio de experimento, a funcionalidade da energia solar usando células fotovoltaicas.

## 2 DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS, PROCEDIMENTOS E MÉTODOS PARA A REALIZAÇÃO

---

### 2.1 Experimentos

Para cada assunto teremos uma confecção de experimentos com materiais de fácil acesso que será descrito a seguir, sendo: um protótipo de tensão e corrente elétrica (2.1), ligação de pilhas em série (2.2), ligação de pilhas em paralelo (2.3) e ligação de células fotovoltaicas (2.4).

Quadro 2.1 – Experimento I

(continua)

<b>Experimento I: Protótipo de tensão e corrente elétrica.</b>
<p><b>Orientação ao Professor:</b> Objetivando demonstrar de forma macro e manual os conceitos de tensão e corrente elétrica, esse foi desenvolvido com materiais de fácil acesso. Assim como a corrente elétrica percorre um fio condutor, provocada por uma diferença de potencial será facilitado à compreensão destes conceitos. Portanto permitirá ao aluno uma assimilação das duas situações que ocorrerá com os produtos elétricos em sua própria casa.</p> <p><b>Materiais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 recipientes de plástico com volume de 1 litro</li> <li>• 1 metro de mangueira transparente</li> <li>• 1 caixa de gelatina com sabor de sua preferência para dar cor a água (20 gramas)</li> <li>• 1 litro de água</li> <li>• 2 bicos de torneira metálicos</li> <li>• Cola de silicone</li> </ul>
<b>Montagem do protótipo de tensão e corrente elétrica</b>

(continua)



Furar cuidadosamente as laterais dos dois recipientes, tomando como medida os bicos de torneira. Os furos devem ter 4,5 centímetros de altura medidos a partir da base.



Encaixe, de dentro para fora, os bicos de torneira aos furos dos recipientes, em seguida passe cola de silicone ao redor de sua base fixando os bicos nos recipientes.



Passe a cola, de modo a não deixar a água vazar em alguma ruptura da junção recipiente com bico de torneira.

(conclusão)



Deixe secar por algumas horas, depois encaixe a mangueira nos bicos presos nas vasilhas.

### Procedimentos:

I - Encher um dos recipientes com água colorida (usar algum corante, como gelatina vermelha)

II - Mudar gradativamente a altura relativa dos recipientes de tal forma que haja fluxo do fluido entre os recipientes.

III – Solicitar que os alunos façam a relação entre a velocidade de se encher o recipiente mais baixo e a altura relativa.

IV – Promover a reflexão por parte dos alunos sobre a mudança do diâmetro da mangueira e a velocidade de se encher o recipiente mais baixo.

V – Fazer a correlação do fluxo e altura do fluido com a corrente e a tensão elétrica.

Fonte: o Autor

Quadro 2.2 – Experimento II-A

(continua)

### Ligação de pilhas em série

**Orientação ao Professor:** Fazendo a ligação de duas pilhas em série, objetiva-se que este experimento possa comprovar o conceito de tensão elétrica. Sendo assim, agirá em uma ligação em série de geradores elétricos, onde será usado multímetro para a medição a D.D. P. percorrendo um circuito composto por três pilhas ligadas em série.

(conclusão)

**Materiais**

- 9 pilhas de 1,5 volt (3 pilhas por bancada)
- Fita isolante
- Multímetro

**Construção para a ligação em série:**

Posicionar três pilhas em série, de modo que o polo positivo toque no polo positivo da pilha seguinte.



Envolver com fita isolante para que fiquem acoplados em série. O multímetro será encaixado nas extremidades deste circuito para medição de tensão elétrica.

**Procedimentos**

Usando as três pilhas para formar o circuito de geradores ligados em séries, os alunos deverão medir a tensão elétrica de apenas uma pilha, observando o visor do multímetro que mostrará o valor medido em volts. Portanto, em seguida, o circuito será montado em série, usando duas pilhas, assim será observado novamente o valor da tensão, porém deve - se fazer um questionamento se houve mudança e se eles podem dar um explicação sobre essa mudança. Finalizando com a junção da terceira pilha ligada a série, realizando a medida de tensão elétrica novamente, percebendo que nessa ligação em série de geradores acontece à soma das tensões elétricas de cada pilha usada no experimento.

Fonte: o Autor.



## Quadro 2.3 - Experimento II - B

**Ligação de pilhas em paralelo**

**Orientação ao Professor:** Durante o desenvolvimento do trabalho é necessário mostrar que o experimento IIB, consiste da ligação de pilhas em paralelo com o objetivo de esperar que os alunos compreendam a reação de tensão elétrica agindo sobre um condutor, trazendo três pilhas ligadas em posições paralelas. Onde será utilizado o multímetro para medir essa reação.

**Materiais:**

9 pilhas de 1,5 volt (3 pilhas por bancada)

72 centímetros de fio condutor de eletricidade (24 centímetros por bancada)

Fita isolante

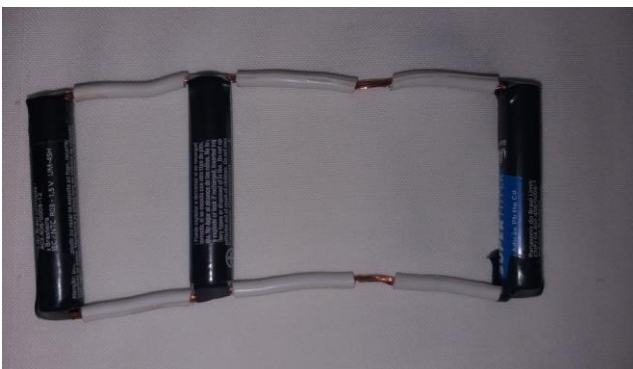
Multímetro

Alicate

Estilete ou objeto cortante para descascar o fio condutor

**Construção para a ligação em série**

Com o alicate, separe o fio com medida de 24 centímetros e descasque as quatro pontas dos fios que agora medem, aproximadamente 12 centímetros. Descasque o fio com medida de 4 centímetros a partir de suas extremidades. Monte a ligação em paralelo colando, com a fita isolante, as pilhas nas extremidades do fio.'



Cole outra pilha no meio do fio, deixando uma parte descascada para fazer as medições com o multímetro.

Observar para que um dos fios esteja fixado aos polos positivos da pilha e o outro aos polos negativos.

### **Procedimento**

Após a preparação do material, os fios condutores estarão preparados para acoplar as pilhas, de modo a se montar uma ligação em paralelo. Então será feito o circuito, utilizando duas pilhas primeiramente e posicionando o multímetro no circuito para poder medir a tensão elétrica e assim observar alguma mudança no valor da tensão elétrica. A finalização ocorrerá com a fixação da terceira pilha no circuito, objetivando a tensão de energia com o multímetro e consequente averiguando a reação sofrida por este circuito. Entretanto poderá ser percebido que o valor da tensão continuará sendo o mesmo, assim não será proporcional ao número de geradores.

### Quadro 2.4 – Experimento III

#### **Ligação de placas solares**

**Orientação ao Professor:** Faremos ligação de placas solares com o objetivo de termos fonte de captação solar, podendo assim ser transformada em energia térmica ou elétrica com eficiência, sem a degradação do meio ambiente. A energia solar é uma forma de economia e conservação da natureza. Portanto, o experimento demonstrará o funcionamento do efeito fotovoltaico, objetivando levar o conhecimento, causando discussão sobre este feito aos alunos, permitindo a observação do efeito fotovoltaico. De acordo com a experiência levar ainda para esses alunos o conhecimento promovendo a discussão sobre esse feito, permitindo a observação do efeito fotovoltaico e compreendendo a tensão e corrente elétrica em um circuito de células solares.

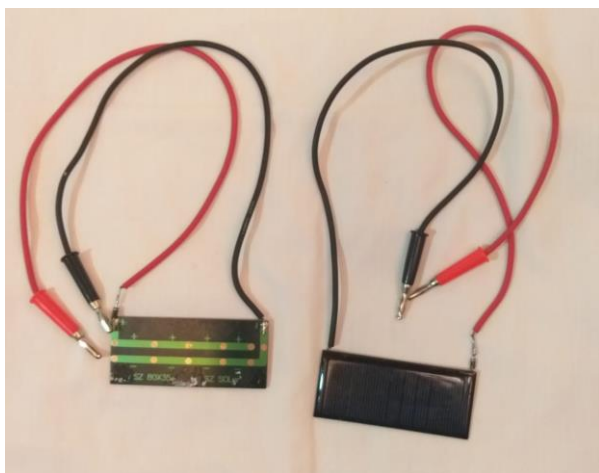
#### **Materiais**

- 9 placas solares com 5,5 volts de tensão e 50 miliampère (3 placas por bancada) conseguidas pela internet, na Loja da Robótica (<https://www.lojadarobotica.com.br/>)
- 3 bombas d'água com limite de 6 volts de tensão (1 por bancada), (<https://www.lojadarobotica.com.br/>)
- 3 multímetros (1 por bancada)
- Papelão ou isopor para fixar as placas, causando inclinação de, aproximadamente, 45° graus.
- 3 recipientes com volume de 1 litro (1 por bancada)

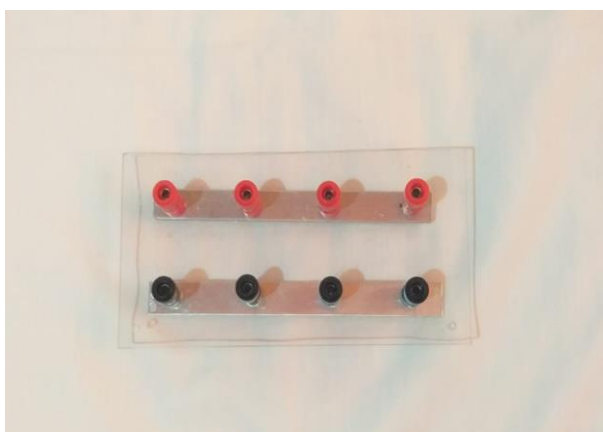
- 3 protoboard (1 por bancada)

Observação: os materiais listados acima, exceto o simulador, montam três bancadas/grupos para observações.

### Montagem ligação de placas solares



Soldar os cabos das placas solares com os conectores banana. O fio condutor de cor preto fixado no lado negativo e o condutor vermelho, soldado no ponto positivo.



Usando a placa de acrílico, com oito furos, conforme a figura ao lado, montar os bornes, ligando os mesmos com uma placa de condutor ou fio.

### Procedimento

I - Medir a tensão de uma célula solar sem e com incidência do sol.

II – Usando o *protoboard*, medir a tensão com as três placas solares com incidência solar com ligações em paralelo e em série.

III – Comparar os valores de tensão medidos em série e paralelo, com os valores calculados.

IV - Três células solares conectadas em paralelo a um *protoboard*, conservando a tensão elétrica e a corrente elétrica sendo triplicada de acordo com o número de células. A microbomba funciona com até 6 V de tensão, reagindo positivamente.

## 3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### 3.1 Desenvolvimento e aplicação:

Para o desenvolvimento desta sequência de aula segue um quadro de organização das aulas que descreve sua aplicação onde os experimentos relacionados na seção 2 serão aplicados de acordo com o tema abordado por cada aula unindo conceitos e prática (Quadro 3.1):

Quadro 3.1 – Organização da sequência didática

Aula	Tema	Ação	Tempo (minutos)
1º	Questionário	Aplicação do questionário como forma de sondagem sobre o conhecimento dos alunos acerca dos conteúdos envolvidos.	1 hora/aula
2º	Tensão e corrente elétrica	Aula expositiva e dialogada contemplando tensão e corrente elétrica, bem como suas unidades de medida - volt e ampère - e a determinação de seus valores por meio de fórmulas matemáticas usando cálculos.	2 horas/aulas
	Simulador	Confeccionado com materiais de fácil acesso, este simulador auxiliará na explicação e compreensão dos conceitos de tensão e corrente elétrica, onde poderá exemplificar diferença de potencial, corrente contínua e corrente alternada. Usado para expor o conteúdo.	
	Resolução de exercícios	Finalizando com aplicação de exercícios sobre corrente elétrica, utilizando a fórmula de determinação para este efeito. $(i = \frac{q}{\Delta t})$	
3º	Ligações em série e paralelo	Explanação do conteúdo ligação de baterias em série e paralelo, abordar o conceito de cada ligação- tensão e corrente elétrica.	2 horas/aulas

	Aplicação do experimento ligando pilhas em série e paralelo.	Construir os tipos de ligações, série e paralelo, usando pilhas de 1,5 volts poderá usar multímetro para medir a tensão elétrica em cada ligação.	
4º	Efeito fotovoltaico e a energia solar	Aula expositiva e dialogada sobre o efeito fotovoltaico e apresentação dos materiais, para conclusão da sequência de aula. O experimento deve ser submetido onde há presença de sol, fazendo funcionar uma mini- bomba de água.	2horas/aulas
5º	Questionário	Aplicação do questionário objetivando analisar melhora na aprendizagem dos alunos após a participação na sequência de aula.	1 hora/aula

Fonte: o Autor

### 3.2 Detalhamento das aulas a serem realizadas

Segue proposta de aplicação deste produto educacional, ordenado por assunto abordado em cada aula:

**Aula I:** A aplicação de um questionário acerca do conteúdo a ser trabalhado busca o conhecimento prévio com a finalidade de analisar a evolução da aprendizagem frente ao estudo aplicado (ao final deste produto educacional).

**Aula II:** Abordar os conteúdos estrutura atômica e carga elétrica, retomando esta parte já estudada anteriormente usando lousa e giz para tomar nota dos pontos importantes do conteúdo. Chegando a parte de corrente elétrica causada pelo movimento dos elétrons livres e diferença de potencial que força o movimento ordenado das cargas elétricas provocando o funcionamento dos aparelhos eletroeletrônicos e eletrodomésticos existentes em nossas casas. Neste momento será usado o protótipo para exemplificar corrente elétrica (Figura 3.1) como sendo a água colorida que passa pela mangueira, emergindo de um recipiente para outro e a diferença de potencial ou tensão elétrica demonstrada à medida que se levanta um

dos recipientes, dando a eles diferença de altura- uma mais alta e outra mais baixa- causando a vazão da água de um recipiente para outro.

FIGURA 3.1 – Protótipo para exemplificar corrente elétrica. À medida que se levanta um dos recipientes simula-se uma D.D.P., em que o ponto mais alto seria o maior potencial e o mais baixo, menor potencial. A água emergindo de um recipiente para outro pode demonstrar uma corrente elétrica contínua, onde os elétrons têm um mesmo caminho a percorrer.



Fonte: o Autor.

A razão entre a quantidade  $Q$  de carga elétrica e o intervalo de tempo  $\Delta t$ , acontecendo em um fio condutor de eletricidade, nos mostra quanto de carga elétrica passa por segundo neste fio. Usamos as unidades de medida Coulomb  $[C]$  para carga elétrica e segundo  $[s]$  para variação de tempo, que nos resulta em ampere  $[A]$ , unidade de medida da corrente elétrica. Intensidade de corrente elétrica representada por  $i$ . Demonstrando que:

$$i = \frac{|Q|}{\Delta t} \rightarrow \left[ \frac{C}{s} \right] = [A] \quad [3.1]$$

Homenageando o físico Frances Andre-Marie Ampère, estudioso do eletromagnetismo que determinou propriedades importantes sobre corrente elétrica, vemos que um ampere equivale a um coulomb por segundo.

Explanando esta situação será trazido embasamento para resolver situações como a que segue:

Quadro 3.2 – Exemplos de situação problema a fim de contextualizar os conceitos desenvolvidos

**Exemplo 1:** Pela secção reta de um fio condutor de eletricidade passa uma corrente elétrica de intensidade constante e igual a 4,0 A. Vamos determinar a carga elétrica transportada pelos elétrons durante um intervalo de tempo de 2,0 minutos.

Resolução

Sendo a variação de tempo medida em segundos  $\Delta t = 2 \text{ min} \times 60 \text{ seg.} = 120 \text{ seg.}$

Realizando a devida substituição, temos:

$$i = \frac{Q}{\Delta t} \leftrightarrow Q = i \times \Delta t ;$$

Logo:

$$Q = 4,0 \times 120 = 480C$$

**Exemplo 2:** Pela secção transversal de um condutor passaram  $2 \times 10^{22}$  elétrons durante um intervalo de tempo  $\Delta t = 16s$ . Sendo  $e = 1,6 \times 10^{-19}C$  o valor da carga elementar, determine:

- a carga elétrica que atravessa o condutor;
- a intensidade média da corrente elétrica.

Resolução:

Temos  $Q = n \times e$ , então:

$$Q = (2,0 \times 10^{22}) \times (1,6 \times 10^{-19})$$

$$Q = 3,2 \times 10^3 C$$

Usando  $i = \frac{Q}{\Delta t}$ , calcula-se:

$$i = \frac{3,2 \times 10^2 C}{16s} = 2,0 \times 10^2 \frac{C}{s} = 200 A$$

Fonte: o autor.

**Aula III:** Para esta aula os materiais utilizados nos experimentos devem estar dispostos em bancadas, possibilitando ao aluno manuseá-los de forma a medir a tensão elétrica utilizando o multímetro, obedecendo a sequência de montagem apontada nos itens 2.2 e 2.3 deste produto. Os alunos podem fazer as medições, conforme construção do circuito, medindo tensão de uma pilha, depois duas pilhas e, por último, as três pilhas ligadas em série ou paralelo. O conceito de ligação em série e paralelo de baterias será contemplado. Dando início a definição de circuitos elétricos, com a finalidade de experimentar e compreender a corrente elétrica e a tensão elétrica ocorrendo nas instalações de uma casa, desde o momento em que acendemos uma luz ou acionamos o controle remoto para ligar a TV.

Dizemos ter uma ligação em série de baterias quando os elementos do circuito estão em fila, submetidos à passagem de uma mesma corrente elétrica, ou seja, o polo positivo de uma bateria conectado ao polo negativo de outra, permitindo um único caminho para a corrente, sendo esta uma corrente contínua. Para representar o circuito em série que será construído temos pilhas de, até três pilhas, de 1,5 volts, conectadas em série, e um multímetro para medir a tensão elétrica nesta situação. Compreende-se que para a ligação em série teremos aumento de tensão elétrica proporcional ao número de pilhas conectadas em série. Para tal se aplica que:

$$U_{eq} = U_1 + U_2 + U_3 \quad [3.2]$$

Como nos mostra a imagem:



Figura 3.1 - três pilhas, de 1,5 volts, conectadas em série, e um multímetro para medir a tensão elétrica



Fonte: o autor

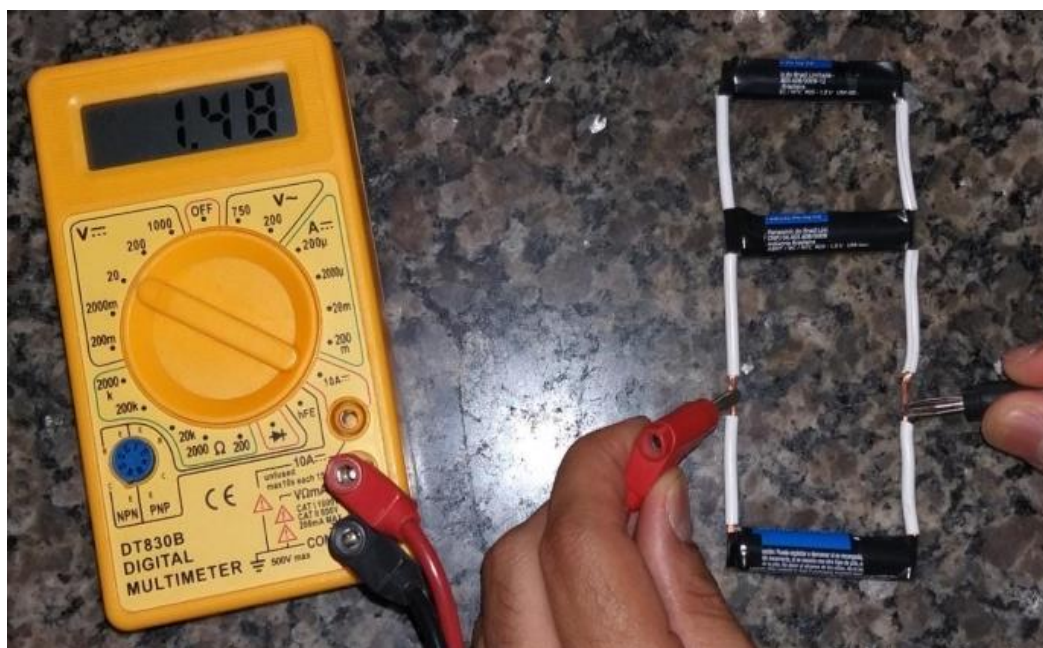
Para três pilhas ligadas em série o multímetro marca 4,68 volts de tensão elétrica, aproximadamente. Concluímos que na ligação de baterias em série o aumento de tensão elétrica é proporcional ao número de baterias/pilhas, porém sua corrente elétrica se mantém, sua intensidade segue como sendo o valor individual igual ao valor total:

$$i_{eq} = i_1 = i_2 = i_3 \quad [3.3]$$

Baterias/pilhas associadas em paralelo sofrem um aumento de intensidade de corrente elétrica e mantém o valor da tensão. Independentemente do número de pilhas ligadas em paralelo, a tensão elétrica terá o mesmo valor.

Em uma ligação em paralelo, simulada com o uso de duas pilhas de 1,5 volts, comprova-se que a tensão elétrica se mantém constante, independentemente do número de pilhas ou baterias, onde o visor mostra 1,48 volts de tensão elétrica, como vemos na imagem que segue, utilizando três pilhas ligadas em paralelo.

Figura 3.2 – Três pilhas associadas em paralelo e um multímetro medindo a intensidade da corrente elétrica



Fonte: O autor

**Aula IV:** As células fotovoltaicas que experimentaremos na sequência transformam a luz solar em energia elétrica, derivando da propriedade semicondutora de alguns materiais- materiais com características intermediárias entre um condutor e um isolante.

A composição das células fotovoltaicas provém do silício, em 90% dos sistemas comercializados atualmente. Porém, em seu estado puro, o silício não possui elétrons livres, de maneira a não causar corrente e tensão elétrica, mas essa propriedade é modificada por meio da mistura com outros elementos, em um processo conhecido como dopagem.

O processo de dopagem se dá por duas misturas que causam reações contrárias. Chamados de *Silício n* e *Silício p*, onde o *Silício n* é misturado ao fósforo passa a apresentar elétrons livres em sua camada superior com carga negativa, e o *Silício p* dopado com o boro produz um semicondutor com características inversas às de n, passando a ter carga positiva.

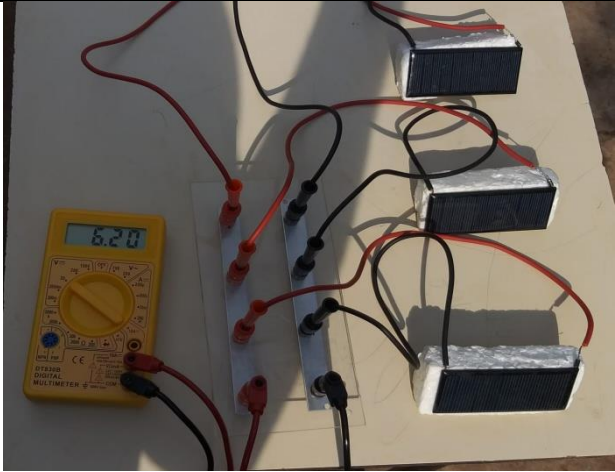
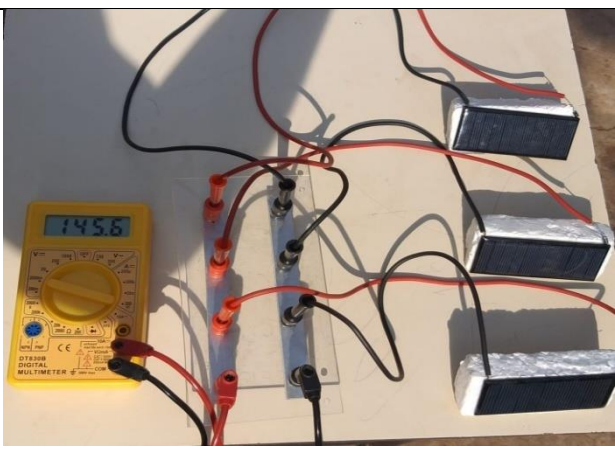
Por meio de condutores colocados nas duas camadas, *p* e *n*, os elétrons livres formam uma corrente elétrica diretamente proporcional à quantidade de luz recebida, garantindo eletricidade em diversas situações, como aos astronautas na

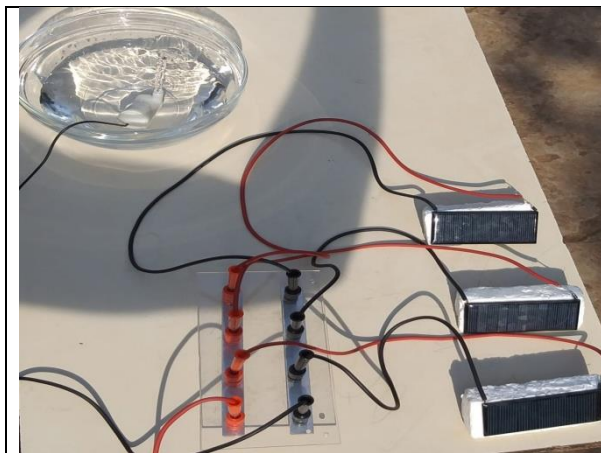
Estação Espacial Internacional, a comunidades que vivem em locais isolados sem luz elétrica ou edifícios “inteligentes”, entre outras situações.

Usaremos para este experimento três células solares, uma micro bomba de água submersível, um *protoboard* e um multímetro, montando uma bancada. Entende-se que a corrente elétrica é proporcional a intensidade da luz, sendo preciso que a aplicação aconteça em um espaço aberto e rico em luz solar, em um horário propício para tal.

Cada célula solar é capaz de produzir 5,5 volts de tensão e 50 miliampère, e a bomba de água que será ligada ao experimento possui tensão de funcionamento 2,5- 6 volts, trazendo a concepção de uma ligação em paralelo para a conservação de tensão elétrica e o aumento de corrente elétrica proporcional ao número de células. Podendo ser comprovado à medida de tensão e corrente elétrica, como mostram as imagens constantes no Quadro 3.3:

Quadro 3.3 – Experimento utilizando três células solares

	<p>O Visor do multímetro mostra 6,20 volts de tensão para três células solares. Essa variação pode ser explicada pela intensidade de luz mais forte neste momento, porém, a pouca variação se comparado ao número de células solares.</p>
	<p>A corrente elétrica é proporcional ao número de células solares, totalizando 145,6 ampères, comprovando a propriedade da ligação em paralelo para geradores.</p>



Então, pode-se ligar a micro bomba de água neste circuito, causando seu funcionamento. Observe também a proporcionalidade da corrente elétrica atrelada à intensidade de luz refletida, quanto mais luz, mais corrente e mais tensão elétrica se produz, sendo captada pelo efeito fotovoltaico.

Fonte: o Autor.

Três células solares conectadas em paralelo a um *protoboard*, garantindo a mesma tensão elétrica e a corrente elétrica sendo proporcional ao número de células.

A micro bomba de água funciona com até 6 volts de tensão, reagindo positivamente.

**Aula V:** O questionário será aplicado novamente, após esta sequência de aula, com o intuito de analisar se houve compreensão dos conteúdos apresentados, de forma significativa, se comparado ao que foi proposto antes de iniciar com este produto educacional.

Composto por dez questões que decorre o efeito fotovoltaico, energia solar, tensão e corrente elétrica, ligações de baterias em série e paralelo, acompanhada de figuras ilustrativas, onde poderão ser analisadas as repostas, de forma a demonstrar, por meio de tabelas, a compreensão dos alunos frente a esta sequência de aula. A seguir, o questionário com questões discursivas e de múltipla escolha.

## 4 RESULTADOS ESPERADOS

---

Com a exposição dos conteúdos e experimentos, unindo teoria a prática, espera-se que os alunos adquiram conhecimento acerca dos conteúdos tensão e corrente elétrica, compreendendo a necessidade dos mesmos para que objetos elétricos funcionem. Permitir o conhecimento sobre os tipos de ligação de geradores, seja em série ou paralelo, aplicados a geradores de energia elétrica. A energia solar é um dos tipos de energias renováveis que não agredem o meio ambiente. Mesmo abordado de forma superficial, trazendo consciência sobre o cuidado com a natureza, focando em energia solar, trazendo o debate sobre o efeito fotovoltaico e a conversão da luz do sol em eletricidade.

# REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David, NOVAK, Joseph D. e HANESIAN, Helen, Psicologia Educacional, segunda edição, Interamericana, 1978

AUSUBEL, David P., The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View, Springer, 2000. Disponível parcialmente em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=wfckBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=AUSUBEL+2000++The+acquisition+and+retention+of+knowledge++pdf&ots=m93zdnSUDV&sig=k2Sw6rgs2u3J0E12TtwXBTvUEhA#v=snippet&q=%20series%20of%20arbitrarily%20related%20words&f=false>

BENJAMIN, Park, A History of Eletricity 1898, John Wiley and Sons, New York.

COULOMB, Charles Augustin, "Premier mémoire sur l'électricité et le magnétisme", Histoire de l'Académie Royale des Sciences, Imprimerie Royale (1788) p. 59–577, Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=by5EAAAACAAJ&pg=PA612&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=by5EAAAACAAJ&pg=PA612&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

HISTORY ofelectromagnetic theory, Wikipedia, Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_electromagnetic\\_theory](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_electromagnetic_theory). Acesso em: 20 de jun. de 2020.

KOLBE, Bruno, An introduction to electricity, Tradução: Joseph Skellon, Kegan Paul, Trench, Trubner and Co., LTD, London 1908.

LEIRIA, Talisson Fernando, MATARUCO, Sônia Maria Crivelli, O Papel das Atividades Experimentais no Processo Ensino-Aprendizagem De Física, XII Encontro Nacional de Educação, PUC-PR 26-29.10.2015, disponível em :[https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/18234\\_8366.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/18234_8366.pdf)

LEMES, Andryos da Silva, Apostila de Eletricidade Básica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus De Presidente Epitácio, disponível em : <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/4/47/ApostilaEB2.pdf>

LIMA, Sorandra Corrêa de, TAKAHASHI, Eduardo Kojoy, Rev. Bras. Ensino Fís. vol.35 no.3 São Paulo July/Sept. 2013, disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172013000300020>

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa. Primeira Edição. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio, Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa, Revista Chilena de Educación Científica, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008, pp. 23-30. Revisado em 2012 (<http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf>)

NASCIMENTO, Cássio Araújo do, Princípio de Funcionamento da Célula Fotovoltaica, Monografia especialização, IFL, Lavras, Minas Gerais, 2004, disponível em: [https://www.solenerg.com.br/files/monografia\\_cassio.pdf](https://www.solenerg.com.br/files/monografia_cassio.pdf)

RICARDO, Elio C. e FREIRE, Janaína C.A., Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p. 251-266, (2007)

SALA, E.M., GONI, J.O., A Teorias de Aprendizagem Verbal Significativa. In: SALVADOR, C.C. [et al], Psicologia do Ensino, Porto Alegre, Editora Artes Médicas, 2000.

SBF, PCN+ - Ensino Médio - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, FÍSICA, disponível em: [http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN\\_FIS.pdf](http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf)

WALKER, Jearl, HALLIDAY, David, RESNICK, Robert, Fundamentos da física, Halliday e Resnick, décima edição, Wiley 2007, ISBN 978-1-118-23072-5

ZABALA, Antoni, Pratica Educativa como ensinar, trad. Ernani F. da F. Rosa - Porto Alegre Artmed, 1998, ISBN 85-7307-426-4



# APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO

---

QUESTIONÁRIO

Número de chamada: \_\_\_\_\_

Responda as questões que seguem a respeito de conceitos de energia solar e ligação de baterias.

1. O que é energia renovável?

---

---

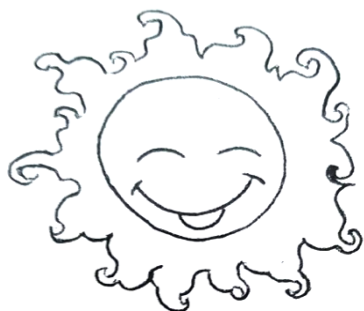
---

2. Quais tipos de energia renovável você conhece?

---

---

---



3. Sobre energia solar, podemos concluir que:

- ( ) o calor do Sol é que produz energia elétrica.
- ( ) considera-se fonte de energia química nuclear.
- ( ) a luz solar é que produz a energia elétrica.
- ( ) os painéis solares podem ser jogados em qualquer lugar, sem problemas.

4. Como o efeito fotovoltaico é produzido?

---

---

---

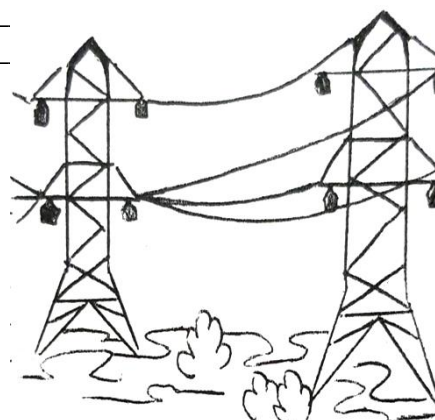
5. O que é tensão elétrica?

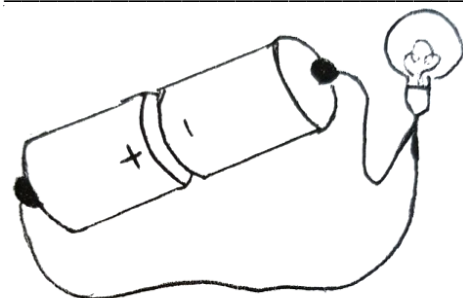
---

---

---

6. O que é corrente elétrica?



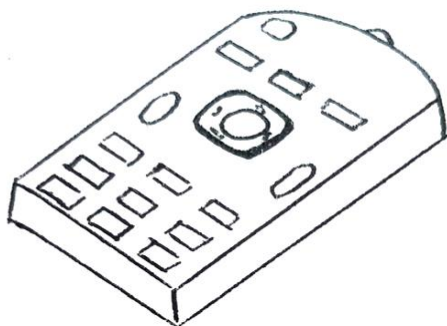
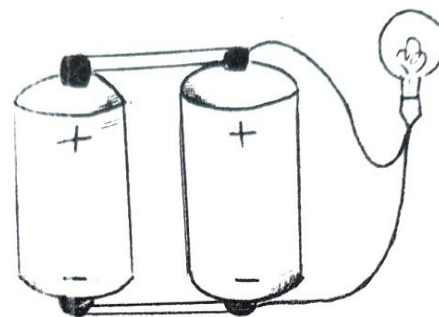


7. Conectando o polo negativo de uma bateria ao polo positivo de outra, podemos afirmar que:

- temos uma ligação de baterias em paralelo
- temos uma ligação fotovoltaica de baterias
- resulta em uma ligação em série de baterias
- forma-se um conjunto de baterias

8. Associando baterias em paralelo:

- acontece um aumento de intensidade de corrente elétrica, mas a tensão se mantém no mesmo valor
- vemos o aumento da tensão elétrica e a diminuição da intensidade de corrente
- tensão e corrente elétrica aumentam
- tem-se o dobro de corrente elétrica e a tensão se reduz à metade



9. Observando o controle remoto da TV de sua residência, pode-se perceber um dos tipos de ligação, onde o polo negativo de uma pilha se conecta ao polo positivo da outra.

Essa ligação seria:

- elétrica
- paralela
- renovável
- série

10. Ao abrir um farolete constataremos três pilhas ligadas em série, com voltagem igual a 1,5 V cada pilha. Se as três pilhas forem substituídas por pilhas de 2 V, como ficara o valor da nova tensão?

---



---



---



---



# APÊNDICE B: GABARITO DO QUESTIONÁRIO – RESPOSTAS ESPERADAS

---

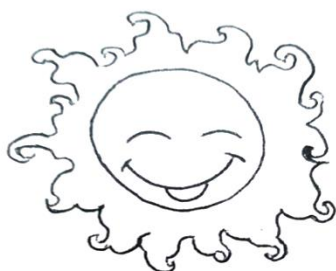
As questões relacionadas, a seguir, estão na mesma sequência em que segue o questionário e tomamos como respostas esperadas como mostra o Gabarito:

1. O que é energia renovável?

R.: *Denomina-se energia renovável a energia provinda de recursos naturais que se reabastecem naturalmente, como o sol, vento ou chuva.*

2. Quais tipos de energia renovável você conhece?

R.: *Podemos citar energia solar, energia oceânica, energia geotérmica, energia biomassa, energia hídrica e energia eólica.*

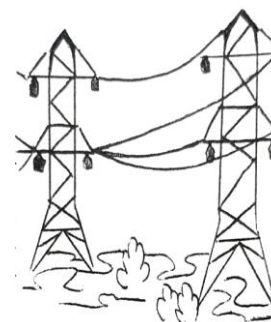


3. Sobre energia solar, podemos concluir que:

- ( ) o calor do Sol é que produz energia elétrica.
- ( ) considera-se fonte de energia química nuclear.
- (X) a luz solar é que produz a energia elétrica.
- ( ) os painéis solares podem ser jogados em qualquer lugar, sem problemas.

4. Como o efeito fotovoltaico é produzido?

R.: *O silício caracterizado por ser um material semicondutor, após o processo de dopagem passa a ter banda de valência e banda de condução. Ao ser exposto a luz do Sol, os elétrons saltam de uma camada para a outra, produzindo corrente elétrica no interior da estrutura do semicondutor e, conseqüentemente, eletricidade.*

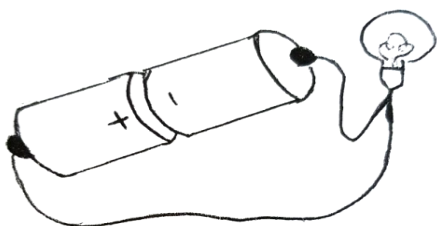


5. O que é tensão elétrica?

R.: Tendo como sua unidade de medida o volt [V], tensão é a diferença de potencial entre dois polos de um gerador, podemos compreender, também, como a força que causa o movimento ordenado dos elétrons livre em um condutor provocando o funcionamento dos eletroeletrônicos.

6. O que é corrente elétrica?

R.: Define-se o movimento ordenado dos elétrons em um condutor, causado por uma tensão elétrica, podendo ser contínua, provindo por baterias/pilhas e com sentido único do movimento dos elétrons, e alternada quando acontece variação do movimento dos elétrons, existindo na tomada de nossas casas.

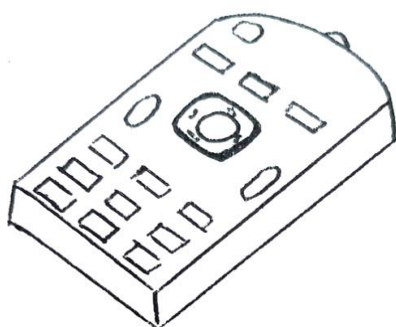
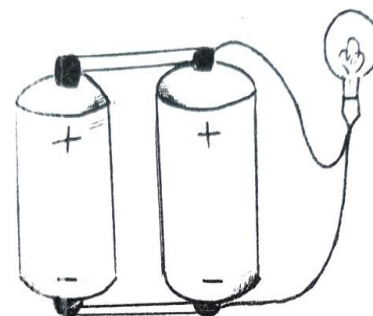


7. Conectando o polo negativo de uma bateria ao polo positivo de outra, podemos afirmar que:

- ( ) temos uma ligação de baterias em paralelo
- ( ) temos uma ligação fotovoltaica de baterias
- ( X ) resulta em uma ligação em série de baterias
- ( ) forma-se um conjunto de baterias

8. Associando baterias em paralelo:

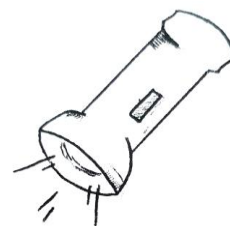
- ( X ) acontece um aumento de intensidade de corrente elétrica, mas a tensão se mantém no mesmo valor
- ( ) vemos o aumento da tensão elétrica e a diminuição da intensidade de corrente
- ( ) tensão e corrente elétrica aumentam
- ( ) tem-se o dobro de corrente elétrica e a tensão se reduz à metade



9. Observando o controle remoto da TV de sua residência, pode-se perceber um dos tipos de ligação, onde o polo negativo de uma pilha se conecta ao polo positivo da outra. Essa ligação seria:

- ( ) elétrica
- ( ) paralela
- ( ) renovável
- ( X ) série

**10.** Ao abrir um farolete constataremos três pilhas ligadas em série, com voltagem igual a 1,5 V cada pilha. Se as três pilhas forem substituídas por pilhas de 2 V, como ficara o valor da nova tensão?



*R.: Em uma ligação em série temos a somatória de suas tensões, no caso, três pilhas com 2 volts cada uma resultará em 6 volts de tensão no circuito.*