

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO: MÉTODOS E TÉCNICAS DE ENSINO**

**RODRIGO DE OLIVEIRA PEREIRA**

**PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE LIGAÇÃO EM  
SERIE E PARALELO DE GERADORES E CÉLULAS SOLARES**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**MEDIANEIRA**

**2020**

RODRIGO DE OLIVEIRA PEREIRA



**PROPOSTA DE UMA SEQUENCIA DIDÁTICA SOBRE LIGAÇÃO EM  
SERIE E PARALELO DE GERADORES E CÉLULAS SOLARES**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino – Polo UAB do Município de Astorga, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Elizandra Sehn

MEDIANEIRA

2020



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

# PROPOSTA DE UMA SEQUENCIA DIDÁTICA SOBRE LIGAÇÃO EM SERIE E PARALELO DE GERADORES E CÉLULAS SOLARES

Por

**Rodrigo de Oliveira Pereira**

Esta monografia foi apresentada às 18 h do dia 09 **de outubro de 2020** como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino – Polo de Astorga, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. **Elizandra Sehn**  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(orientadora)

---

Prof Dr. Cidmar Ortiz dos Santos  
UTFPR – Câmpus Medianeira

---

Prof. Dr. Neron Alipio Cortes Berghauser  
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.-

Dedico esta dissertação à minha mãe, dona Jovelina, que me ensina com seu exemplo e sábios conselhos a não desistir dos meus objetivos.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

Aos meus pais, pela orientação, dedicação e incentivo nessa fase do curso de pós-graduação e durante toda minha vida.

A minha orientadora professora Dra. Elizandra Senh pelas orientações ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos professores do curso de Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino, professores da UTFPR, Câmpus Medianeira.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

Enfim, sou grato a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta monografia.

*“A linguagem da experiência tem mais autoridade do que qualquer raciocínio: fatos podem destruir o nosso raciocínio - o contrário, não.”*

**Alessandro Volta**

## RESUMO

PEREIRA, Rodrigo de O. PROPOSTA DE UMA SEQUENCIA DIDATICA SOBRE LIGAÇÃO EM SÉRIE E PARALELO DE GERADORES E ENERGIA SOLAR. 2020. 45 f. Monografia (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2020.

A geração de energia elétrica pode ocorrer de várias maneiras. O presente trabalho relata sobre a energia solar como fonte de tensão e corrente elétrica, principalmente por não degradar o meio ambiente, fazendo parte do grupo de energias renováveis. O tipo de ligações de várias células fotovoltaicas depende das especificidades de utilização da eletricidade gerada, essencialmente a tensão e corrente sendo tais ligações realizadas em série, paralelo ou uma mescla entre estes dois tipos. Para isso foi elaborada uma sequência didática focada no ensino de física para os alunos do terceiro ano do ensino médio de escolas públicas, em duas realidades diferentes: o ensino regular e a educação do campo de um mesmo município. A sequência didática preocupou-se em introduzir os conteúdos teóricos básicos, os mesmos testados de forma experimental para melhor fixação dos conteúdos. Os principais resultados foram a utilização das células fotovoltaicas no ensino e a fixação dos conteúdos de eletromagnetismo por parte dos alunos, bem como, experimentos com baterias/pilhas associadas em série e paralelo também foram realizados.

**Palavras chave:** Energia solar. Associação de geradores de energia. Corrente elétrica. Diferença de potencial elétrico. Sequência didática.

## ABSTRACT

PEREIRA, Rodrigo de O. PROPOSAL FOR A DIDACTIC SEQUENCE ON SERIAL AND PARALLEL CONNECTION OF GENERATORS AND SOLAR ENERGY. 2020. 45 f. Monografia (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2020.

The generation of electricity can occur in several ways, here solar energy is discussed as a source of voltage and electric current, mainly because it does not degrade the environment, being part of the group of renewable energies. The type of connection of several photovoltaic cells depends on the specifics of use of the electricity generated, essentially the voltage and current. The connection types can be in series, parallel or a mixture of these two types. To this end, a didactic sequence was designed focused on teaching physics to students in the third year of high school in public schools, in two different realities, in regular education and in rural education in the same municipality. The didactic sequence is concerned with showing the basic theoretical contents, the same experimental tests for the best understanding of contents. The main results were the use of photovoltaic cells in teaching and the understanding of the contents of electromagnetism by the students. Serial and parallel batteries / cells experiments were also done.

**Keywords:** Solar Energy. Association of power generators. Electric current. Difference in electrical potential. Following teaching.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de Ligação em Série de Geradores.....	18
Figura 2 - Esquema de Ligação em Paralelo de Geradores.....	19
Figura 3 - Esquema de uma Célula Fotovoltaica.....	21
Figura 4 - Ddp de Uma Pilha na Associação em Série.....	26
Figura 5 - Ddp de Duas Pilhas na Associação em Série .....	26
Figura 6 - Ddp de Três Pilhas na Associação em Série .....	27
Figura 7 - Ddp de Duas Pilhas Associadas em Paralelo .....	27
Figura 8 - Ddp de Três Pilhas na Associação em Paralelo.....	27
Figura 9 - Ddp de Uma Célula Solar.....	28
Figura 10 - Ddp de Três Células.....	28
Figura 11 - Corrente Elétrica de Uma Célula Solar.....	29
Figura 12 - Corrente Elétrica de Duas Células Solares.....	29
Figura 13 - Corrente Elétrica de Três Células Solares.....	29
Figura 14 - Micro Bomba de Água Funcionando por meio de Energia Solar.....	30

## LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Análise do Questionário Prévio.....	28
Quadro 2 - Análise do Questionário Posterior.....	31
Quadro 3 - Comparativo das Respostas da Questão 3.....	34
Quadro 4 - Comparativo das Respostas da Questão 6.....	34
Quadro 5 - Exercício Sobre Corrente Elétrica.....	41

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>13</b>
2.1 TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	13
2.2 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS.....	14
2.3 ELETROMAGNETISMO.....	15
2.3.1 Corrente elétrica e tensão elétrica.....	16
2.3.2 Associação de geradores.....	17
2.3.3 Energia solar e efeito fotovoltaico .....	19
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>22</b>
3.1 LOCAL DA PESQUISA .....	22
3.2 TIPO DE PESQUISA.....	22
3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	24
3.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	24
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>26</b>
4.1 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	26
4.2 RESULTADO DE APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO .....	31
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>43</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o sistema de ensino vem lutando contra propostas educacionais que distam da realidade do aluno, fazendo-o pensar de forma abstrata e de difícil interpretação. A reflexão sobre o assunto pede que o professor deixe de ser o protagonista da educação para colocar o aluno como peça mais importante no processo de ensino- aprendizagem, dando-lhe o encaminhamento para este protagonismo, permitindo aprender de forma significativa. A física, por sua vez, vem enfrentando o desafio de deixar de ser vista como uma extensão da matemática, que fornece fórmulas para resolução de cálculos e situações-problemas, para ser vista como uma ciência infundida em suas particularidades e propósitos de estudo.

É compreendido que novas e diversificadas metodologias tendem a melhorar o ensino de física. Dentre as metodologias importantes para o Ensino de Física está a utilização de atividades experimentais. É importante ter cuidado com a aplicação de atividades experimentais, para que estas possibilite ao aluno investigar e compreender conceitos de forma prática. Para as diversas ramificações de estudos deve-se permitir ao estudante esta junção da teoria com a prática, demonstrada com experimentos que o permita ver além de conteúdos com informações abstratas.

Sobre experimentação, Alves Filho enuncia que:

A experimentação é um fazer elaborado, construído, negociado historicamente, que possibilita através de processos internos próprios estabelecer “verdades científicas”. “Assim [...] passaram [os investigadores] a dar importantes contribuições para a nova tendência ao experimentalismo, pois um dos traços característicos da revolução científica é a substituição da “experiência” evidente por si mesma que formava a base da filosofia natural escolástica por uma noção de conhecimentos especificamente concebidos para esse propósito.” (HENRY, 1998 apud ALVES FILHO, 2000<sup>a</sup>, p.150.).

Vê-se que ao experimentar pode-se firmar ‘verdades científicas’ já existentes, comprovando sua veracidade, ou investigando um conceito proposto, como é o caso da geração de energia de forma renovável e o estudo da eletrodinâmica.

No ensino de Física, um dos conteúdos considerados mais difíceis é o eletromagnetismo, por ser considerado mais abstrato. Neste sentido, o uso de metodologias de ensino mais eficientes, que envolva experimentação contextualizada e sequências didáticas, para o estudo da eletrodinâmica é

necessário. Para que assim, ocorra o processo de ensino de aprendizagem de forma significativa.

O estudo da eletrodinâmica está relacionado ao movimento de cargas elétricas a partir de uma diferença de potencial dada por uma fonte de energia. As fontes de energia podem ser diversas, renováveis e não renováveis.

Entende-se como energias renováveis as que não denigrem o meio ambiente e trazem seus recursos de forma espontânea para a natureza, fazendo-a infinita, como é o caso dos ventos, do movimento das marés ou a luz do sol, sendo instrumento de pesquisa para melhorar o fornecimento de energia elétrica sem danificar o meio ambiente. Citando aqui os tipos de energias renováveis e suas fontes, restringindo ao estudo de energia solar, demonstrado por células solares confeccionadas a partir de Silício que misturado a outros componentes químicos, como Fósforo e Boro transformam-se em semicondutores de energia.

Partindo desse desígnio, o objetivo geral desse trabalho consiste na elaboração de um Produto Educacional, propondo a experimentação da energia solar pautada nos tipos de ligações de geradores de energia, podendo ser ligação em série, paralela ou mista, causando o funcionamento de uma micro bomba de água submersível.

A aplicação desta Sequência Didática que possibilita o estudo de tensão elétrica, corrente elétrica e tipos de ligações de geradores, experimentados, após a exposição dos conceitos, em dois momentos. No primeiro momento, experimentam-se os tipos de ligações usando pilhas de 1,5 volts, ligadas em série ou paralelo, e constatando as diferentes variações de tensão elétrica usando o multímetro. Seguindo com a ligação de células solares de forma paralela em *protoboard* permitindo também averiguar as medidas de tensão e corrente elétrica e suas variações de acordo com o número de células solares. Observa-se, na conclusão do experimento, o funcionamento de uma micro bomba de água submersível com medida de tensão elétrica igual a 2,5-6 volts.

Os resultados da aplicação desta sequência didática são coletados por meio de um questionário, contendo sete questões entre dissertativa e de múltipla escolha, aplicado antes e depois da S.D. Possibilitando ao aluno a assimilação dos conteúdos de forma protagonizante e significativa, unindo conceitos a experimentação.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo vem organizar alguns fundamentos teóricos, necessários para o desenvolvimento deste trabalho, explanando conceitos, num primeiro momento, da teoria da aprendizagem significativa e da sequência didática na primeira seção deste capítulo (seção 2.1). A seguir, fundamentos teóricos da sequência didática de Zabala são apresentados na seção 2.2. Finalmente, a seção 2.3 traz conceitos físicos sobre eletricidade, também relevantes para o desenvolvimento e entendimento deste trabalho.

### 2.1 TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Conhecimentos prévios sendo afirmados por novos conhecimentos resultará em uma aprendizagem significativa garantindo maior estabilidade cognitiva. Como citam Ausubel, Novak e Hanesian:

A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1978)

O psicólogo David Paul Ausubel mostra que aprendizagem pode se tornar muito mais significativa na medida em que os novos conteúdos e conhecimentos passam por uma incorporação nas estruturas do conhecimento do aprendiz. Esse conceito promoverá um significado para o aluno, partindo da relação com o seu conhecimento prévio, isto é: o que o aluno já sabe (MOREIRA, 2008).

A aquisição de significados por parte do aluno, ou uma aprendizagem significativa requer um material potencialmente significativo. Um material potencialmente significativo depende primeiro do significado lógico, isto é, tem de estar disposto de modo não arbitrário (plausível, sensível e não aleatório) e substantivo do material de aprendizagem com ideias correspondentemente relevantes que se estão dentro do domínio da capacidade intelectual do aluno, e segundo da disponibilidade de tais ideias relevantes estarem presente na estrutura cognitiva do aluno. Ausubel cita:

Um estudante pode aprender a lei de Ohm, que afirma que a corrente em um circuito é diretamente proporcional à voltagem. Entretanto, essa proposição não poderá ser apreendida significativamente a menos que o

estudante saiba previamente o significado de corrente, voltagem, resistência, direta e inversamente proporcional, e a menos que tente relacionar estes conceitos como estão indicados na lei de Ohm. (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1978)

Ausubel (2000) adverte que a aprendizagem significativa requer também a disposição para a aprendizagem significativa (ver tabela 1). Ausubel escreve:

Portanto, independentemente do quanto de uma determinada proposição é potencialmente significativa: se a intenção do aluno é memorizá-la arbitrariamente e literalmente (como uma série de palavras arbitrariamente relacionadas), tanto o processo de aprendizagem como produto da aprendizagem serão automáticos. (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1978)

Aprender significativamente depende, em grande parte, da intervenção de inclusão obliteradora do profissional de ensino, que deve motivar e incentivar o aluno a buscar este novo conhecimento. Experimentos, audiovisuais, brincadeiras, a forma apresentação do conteúdo, exemplos, questionamentos reais, listas de problemas e questões adequadas e principalmente a forma de avaliação com esse objetivo tem que ser potencializadas. Muitas vezes “Resposta substancialmente corretas”, mas que não são a literalmente a definição do conceito, “não são aceitas por alguns professores” (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1978).

## 2.2 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Pode-se chamar de sequência didática um conjunto de atividades conectadas entre si sucedidas de um planejamento que limite cada etapa de sua aplicação. Sendo uma prática pedagógica organizada e concretizada a partir da intervenção do professor no cotidiano da sala de aula. Considerando de suma importância a relação interpessoal no ambiente de estudos, contribuindo para a consolidação do conhecimento que está em fase de construção, permitindo novas aquisições. Como cita Zabala:

Das diferentes variáveis que configuram as propostas metodológicas, analisaremos primeiro a que é determinada pela série ordenada e articulada de atividades que formam as unidades didáticas. (ZABALA, 1998)

Segundo Zabala (1998) a sequência didática do modelo tradicional reinante, isto é, que domina o circuito didático dogmático, é desenvolvida em quatro fases:

- a) Comunicação da lição;
- b) Estudo individual sobre o livro didático;

- c) Repetição do conteúdo aprendido (numa espécie de ficção de haver se apropriado dele e o ter compartilhado, embora não se esteja de acordo com ele), sem discussão nem ajuda recíproca;
  - d) Julgamento ou sanção administrativa (nota) do professor ou da professora.
- (ZABALA, 1998)

A série ordenada e articulada das atividades, segundo Zabala, é o elemento diferenciador das metodologias. O aspecto peculiar do método é o tipo de ordem em que se propõem as atividades. O parcelamento da prática educativa tem, em muitos casos, certo grau de artificialidade. Isto é explicável pelo problema de se encontrar um sistema totalmente apropriado, que deveria permitir o estudo do conjunto de todas as variáveis nos processos educativos.

A sequência avalia o valor das intenções educacionais na definição dos conteúdos de aprendizagem e a função das atividades que são propostas. Para isso, Zabala (1998) define estas novas fases para esse modelo, que chama modelo de "estudo do meio":

- a) Atividade motivadora relacionada com uma situação conflitante da realidade experiencial dos alunos;
- b) Explicação das perguntas ou problemas que esta situação coloca;
- c) Respostas intuitivas ou "hipóteses";
- d) Seleção e esboço das fontes de informação e planejamento da investigação;
- e) Coleta, seleção e classificação dos dados;
- f) Generalização das conclusões tiradas;
- g) Expressão e comunicação

O modelo tradicional de uma S.D. é o mais usual, acontecendo de forma pensada e organizada previamente, desde a inserção do conteúdo até o método de avaliação. Porém, entende-se o modelo de estudo do meio como uma proposta motivadora fazendo do aprendiz protagonista de sua aprendizagem, por meio de pesquisas provindas do conteúdo apresentado.

## 2.3 ELETROMAGNETISMO

Vários aparelhos precisam de energia elétrica para funcionar. O que todos têm em comum, além do fato de dependerem de uma fonte de energia elétrica para funcionar, é serem compostos de circuitos elétricos pelos quais passa a corrente elétrica. Considera-se que circuito elétrico é uma composição de dispositivos elétricos conectados entre si por materiais condutores e ligados a uma fonte de energia elétrica.



Além das usinas hidrelétricas, são exemplos de fontes de energia elétrica as pilhas comuns e as baterias de telefones celulares ou carros. A pilha é um dispositivo no qual ocorrem reações químicas que fornecem energia elétrica, bem como as células solares. Essas reações mantêm uma diferença de potencial elétrico (ddp) ou tensão entre os polos positivo e negativo da pilha, que possui ddp igual a 1,5 V.

Um exemplo de circuito elétrico simples é a lanterna, composta de uma pequena lâmpada ligada a pilhas por condutores metálicos. Quando o interruptor da lanterna está na posição "ligado", a conexão entre os polos da pilha é fechada e uma corrente elétrica passa pela lâmpada, acendendo-a, pois existe uma diferença de potencial entre os polos. A passagem de corrente elétrica nesse circuito mantém a lâmpada acesa. Ao desligar o interruptor da lanterna, o circuito é aberto, isto é, interrompe-se a conexão entre os polos da pilha, e a corrente para de circular, apagando a lâmpada.

### 2.3.1 Corrente elétrica e tensão elétrica

De modo geral, a corrente elétrica é um fluxo de partículas eletrizadas em movimento. Esse movimento é, até certo ponto, ordenado. A natureza da corrente elétrica depende do meio em que se dá sua passagem. Nos metais é constituída exclusivamente de elétrons; nas soluções líquidas o elétron não faz parte da corrente elétrica, mas sim os cátions (+) e ânions (-).

Para que aconteça o movimento ordenado dos elétrons é necessário um meio material que permita a passagem de corrente, chamado de condutor elétrico, como é o caso dos fios de cobre, sendo o condutor mais usado nas instalações elétricas.

Um condutor ligado aos polos de um gerador permite a passagem dos elétrons livres, daí temos a corrente elétrica, onde pode-se medir sua intensidade na razão exibida na equação 1:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \rightarrow \left[ \frac{C}{s} \right] = [A] \quad (1)$$

A corrente elétrica percorrendo um condutor depende da diferença de potencial, também chamada de tensão elétrica, entre os polos de um gerador de

energia. O polo positivo possui maior potencial elétrico, maior concentração de elétrons. O polo negativo, contrário ao positivo, possui menor potencial elétrico. Esta diferença entre os polos positivo e negativo fornece energia aos elétrons para que estes se movimentem de forma ordenada. Sendo o gerador o principal elemento do circuito elétrico.

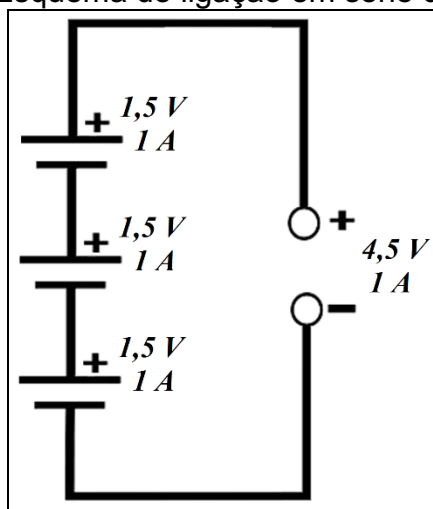
### 2.3.2 Associação de geradores

Um gerador é um dispositivo elétrico que mantém uma tensão elétrica entre dois pontos de um circuito, alimentando-o com energia elétrica. Existem diferentes transformações nos tipos de geradores de energia, como: Pilhas e baterias que transformam energia química em eletricidade por meio de reações químicas, painéis solares que transformam energia luminosa em energia elétrica, entre outros.

Pode acontecer de um circuito utilizar valor de tensão ou corrente elétrica não fornecida por um único gerador, havendo aí a necessidade de associados para alcançar o valor de tensão ou corrente sem danificar o receptor elétrico. Ocorrendo com pilhas que fornece tensão limitada. Podendo ser associadas em série ou em Paralelo.

Quando associados em série a tensão elétrica passa a ter valor proporcional ao número de geradores. Conectando o polo positivo de gerador ao polo negativo de outro teremos uma associação em série, como pode ser observado na Figura 1:

Figura 1 – Esquema de ligação em série de geradores



Fonte: produzido pelo autor.

E a propriedade deste tipo de ligação demonstra que a tensão elétrica ou diferença de potencial resulta da somatória da tensão de cada gerador, visto na equação 2:

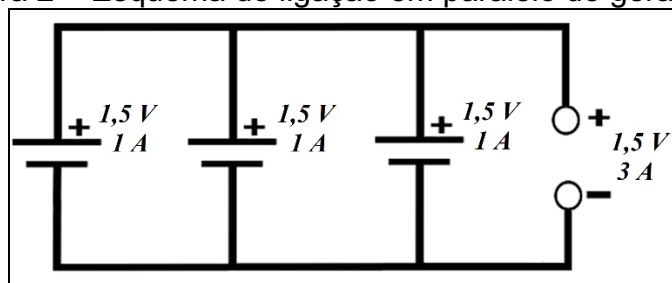
$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots + V_n \quad (2)$$

E a corrente elétrica total no circuito tem valor igual a corrente elétrica de cada gerador, não sofrendo alteração, como se vê na equação 3:

$$i_t = i_1 = i_2 = i_3 = i_4 = \dots = i_n \quad (3)$$

Já em uma associação de geradores em paralelo, os polos positivos se conectam entre si, assim como os polos negativos, efetuando a ligação de polos positivos com positivos e negativos com negativos, observado na Figura 2:

Figura 2 – Esquema de ligação em paralelo de geradores



Fonte: produzido pelo autor.

A figura acima demonstra que a associação de geradores em paralelo obedece as seguintes propriedades para corrente elétrica e tensão (d.d.p.), contrárias a associação de geradores em série:

$$V_t = V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = \dots = V_n \quad (4)$$

e

$$i_t = i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + \dots + i_n \quad (5)$$

Observa-se que a diferença de potencial não sofre alteração, o valor da tensão elétrica é mantido, mas a corrente elétrica total no circuito resulta da somatória da corrente de cada gerador.

### 2.3.3 Energia solar e efeito fotovoltaico

A energia solar, enquanto energia renovável é vista como a tecnologia futurista que utiliza uma fonte inesgotável de energia, o Sol, convertendo sua luz em energia elétrica através do efeito fotovoltaico que acontece em células compostas de materiais semicondutores.

O efeito fotovoltaico foi observado em 1839, onde se viu ali a possibilidade de converter a radiação da luz do Sol em energia elétrica, para eletrodos mergulhados em solução de eletrólito, descoberto pelo físico Alexandre Edmond Becquerel. Seguindo por Adams e Day, o mesmo efeito em um sólido chamado selênio em 1877.

Partindo daí, a confecção da primeira célula solar produzida com selênio, surgiu no ano de 1883. E, daí em diante, grandes físicos renomados desenvolveram trabalhos na área da Física no estado sólido chegando ao silício monocristalino e a junção *P-N*, onde o processo de dopagem entre o silício e o fósforo (silício *N*), fixado na parte superior de uma célula passa a apresentar elétrons livres, enquanto que a dopagem silício e boro (silício *P*) apresenta característica inversa a de *N*, ou seja, falta de elétrons livres.

O uso dessa tecnologia chamou a atenção das empresas de telecomunicações e das agências espaciais, pois a fonte era inesgotável e gratuita, facilitando a estadia em longas viagens espaciais e o consumo de energia dos satélites em órbita.

Com a crise energética ocorrida em 1973, a energia solar passou a ser ainda mais pesquisada e utilizada, buscando uma maneira de baixar o custo de produção e aumentar a potência energética para consumo.

Nos dias de hoje, conta-se com vários projetos, em curso ou operação, visando o aproveitamento da energia solar fotovoltaica no Brasil. Mas sistemas fotovoltaicos ainda são muito caros em relação a outras formas de geração de energia elétrica, necessitando encontrar uma forma de barateá-lo e possibilitar a concorrência com usinas hidrelétricas ou nucleares.

Quando um fóton de luz possui uma energia suficiente para ser absorvida por determinados átomos é normalmente liberado um elétron. Este átomo sem um elétron fica carregado positivamente pela falta do elétron e esta falta do elétron é denominada de buraco. Quando este átomo está em um material, o elétron liberado pode se mover pelo material e o buraco também, pulando de um átomo para outro. Assim, tanto o elétron como

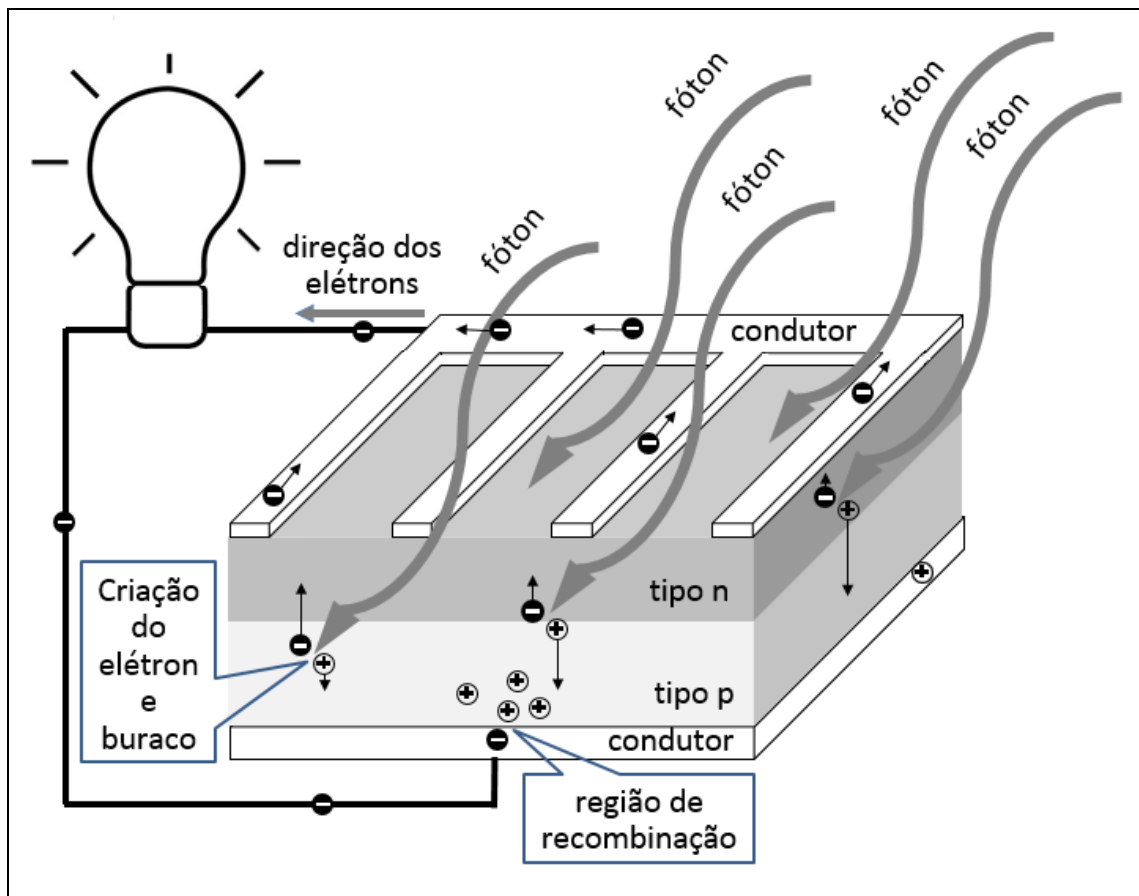
o buraco, podem se mover no material. Depois de certo tempo o elétron e o buraco voltam a se recombinar (NASCIMENTO 2004).

Quando, porém, existe um campo elétrico no material, os elétrons se movimentam em direção ao polo positivo (ânodo) e os buracos se desviaram na direção do polo negativo (cátodo). Assim, quando um campo elétrico for incorporado ao material, ele separara os elétrons dos buracos gerando também uma diferença de potencial.

Este campo elétrico pode ser suprido construindo um dispositivo com dois materiais diferentes (ver Figura 3), um com excesso de elétrons (chamado de tipo  $n$ ) e outro com falta de elétrons (chamado de tipo  $p$ ). Assim, quando um fóton atinge este dispositivo  $pn$ , os elétrons se movimentam para o material tipo  $p$  e os buracos para o material tipo  $n$  gerando uma diferença de potencial.

Se existir um circuito externo ligando os dois condutores do dispositivo, os elétrons se movem na direção do condutor, pois é mais fácil fazer a recombinação através do circuito externo do que ultrapassar a junção  $pn$ . Portanto a recombinação entre os elétrons e buracos aqui ocorrerá por um circuito externo. A mobilidade dos elétrons é superior aos dos buracos, portanto, só os elétrons se movem no circuito externo e os buracos permanecem no dispositivo até se recombinar com um elétron vindo do circuito externo. Consequentemente, uma corrente elétrica fluirá do dispositivo.

Figura 3 – Esquema de uma célula fotovoltaica



Fonte: Autoria própria

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 LOCAL DA PESQUISA

Está pesquisa foi realizada com alunos do terceiro ano do ensino médio de escolas públicas, na cidade de Porecatu no estado do Paraná. Aplicada em duas escolas com realidades, clientelas e propostas de ensino bem diferente.

O colégio **A** atende os três períodos alunos de toda a região, sendo apontado como um colégio bem estruturado, dirigido e com ensino público de muita qualidade, além de atender alunos com necessidades especiais obtendo reconhecimento na educação inclusiva.

Voltado para a classe do terceiro ano do ensino médio composta por vinte e oito alunos, estudantes do período matutino, ao qual está sequência didática foi submetida.

A Escola itinerante **B** é uma escola de acampamento pertencente ao Movimento dos Trabalhadores Sem Terra. Chamada escola itinerante por acompanhar o acampamento nas lutas e manifestações por reforma agrária. A proposta educacional segue a linha de ensino de Paulo Freire, onde os alunos não são avaliados com notas, mas sim com parecer descritivo que narra sempre a evolução do aluno. O ensino médio é atendido no período noturno, e o terceiro ano é composto por sete alunos que durante o dia ajudam a família no trabalho da roça e cuidado com as criações. Mesmo estudando bom período noturno e tendo ocupações durante o dia, se dispuseram a vir até a escola para que os experimentos fossem submetidos, experimentos que chamou muita atenção por ir de encontro a realidade deles.

#### 3.2 TIPO DE PESQUISA

Em se tratando de uma pesquisa de campo, essa sendo qualitativa tende a ser de cunho quantitativo, portanto faz se necessário uma exigência nas realizações das entrevistas, essas são sempre longas e semi-estruturadas. Portanto define-se critérios que serão selecionados os sujeitos que irão compor o universo de investigação, isso é primordial. A mesma interfere diretamente nas informações de qualidade, assim será possível a construção da análise, chegando a compreensão

ampla daquele problema delineado. Ainda de acordo com a pesquisa. A descrição e a delimitação da população, ou seja, aqueles sujeitos que serão entrevistados. Portanto o seu grau de representatividade no grupo social em estudo (a pesquisa) vêm constituir um problema que deve ser imediatamente enfrentado, já que em se tratando do solo sobre o qual a maior parte do trabalho de campo será assentado e terá o seu desenvolvimento. De acordo com as leituras a pesquisa de campo é uma coleta minuciosa de dados que já foram definidos, o melhor o local para o desenvolvimento deste teste. A pesquisa de campo qualitativa ainda é definida por aquilo que é considerado não mensurável, pois a realidade e o sujeito são considerados elementos indissociáveis. Assim em se tratando do sujeito, levando considerações seus traços subjetivos, juntamente com suas particularidades.

Analisa-se que a pesquisa qualitativa vem com um propósito de estudar as qualidades e características, mediante as observações feitas pelo pesquisador. Nessa pesquisa deve-se ter um início com um pensamento ligado ao básico, os métodos qualitativos tende-se a preocupar com a qualidade, sendo assim, nesse modo de pesquisa que são utilizados métodos qualitativos, vindo buscar uma explicação do porquê das coisas, assim os valores não serão quantificados e nem as trocas simbólicas, submetendo à prova de fatos. Entretanto esses dados analisados são méritos, podendo pesquisados com abordagens diversificadas. Porém vale entendermos que nessa pesquisa qualitativa, o cientista é considerado como o sujeito e o objeto das suas pesquisas desenvolvidas ou a desenvolver. Nessa abordagem cabe o entendimento que a mesma deve trabalhar com um universo de significados. Com uma metodologia de base qualitativa. Ainda é possível analisar, afirmando que a qualidade de sujeitos que irão participar do quadro das entrevistas não pode ser determinado, assim tudo depende da quantidade das informações conquistadas pelos depoimentos, dando uma profundidade ao grau de recorrência, buscando analisar novos dados, enquanto estiverem surgindo, buscando então novas perspectivas a investigar. No entanto na medida em que vai se colhendo os depoimentos, irá sendo levantadas, organizadas novas informações relativas à aquele objeto investigativo. Contudo dependendo do volume e da qualidade delas, o material analisado tem um retorno mais consciente, assim já será possível a indicação dos padrões simbólicos, práticas, classificações e categorias de análise da realidade e uma visão em amplitude do mundo atualmente.



### 3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Com a finalidade de avaliar a aprendizagem dos alunos, foi aplicado um questionário contendo sete questões (apresentadas no apêndice A), entre dissertativas e de múltipla escolha, abordando os conteúdos previstos para esta sequência de aula. O mesmo foi aplicado antes e depois de os alunos serem submetidos a esta sequência de aulas. Buscando a proposta de aprendizagem significativa, onde se poderá confirmar a ancoragem de novos conceitos e aquisição de novos conhecimentos.

### 3.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Concluída a aplicação do questionário, iniciou-se a Sequência Didática (SD), a qual foi dividida em três momentos (Apêndice B). O primeiro momento retoma a estrutura atômica e as partículas que a compõe: prótons, nêutrons e elétrons. Usando quadro negro e giz, para pontuar que prótons e nêutrons estão contidos no núcleo atômico e que os elétrons fazem movimento circular ao redor do núcleo.

Dando continuidade com o estudo dos sinais das cargas de cada partícula, próton com carga positiva, nêutrons com carga nula e elétrons com carga negativa. Conceituou-se também tensão elétrica, corrente elétrica e suas unidades de medidas, o volt e o ampère.

Concluiu-se com a resolução de exercícios dispostos no quadro negro e resolvidos no caderno, onde determinou-se intensidade de corrente elétrica usando as equações cabíveis.

Abordou-se os tipos de ligações, série e paralelo, no segundo momento de aplicação da sequência didática. Ligação em série demonstrou que a tensão elétrica total é igual a soma das tensões de cada bateria e a corrente elétrica mantém seu valor em todo o circuito, oposto a isso, na ligação em paralelo a tensão elétrica terá o mesmo valor aumentando o valor da corrente elétrica, de acordo com o número de geradores existentes no circuito.

Acontecendo este diálogo no laboratório, utilizando os materiais disposto nas bancadas, usando as pilhas, fita isolante e fios condutores puderam confeccionar ligação em série e paralelo, e, utilizando o multímetro, puderam determinar a reação da tensão elétrica em cada tipo de ligação.

Com o multímetro os alunos fizeram a medição da tensão elétrica em circuitos de geradores ligados em série. Mostrando a soma das tensões de cada gerador no circuito. Em seguida os alunos fizeram as medições na associação em paralelo de geradores,

constatando que o valor da diferença de potencial não se altera, independente do número de geradores.

O terceiro momento abrange o efeito fotovoltaico e a energia solar, com início na sala de aula, onde se discutiu a ação do efeito fotovoltaico agindo sobre uma célula solar. E, para que uma micro bomba de água submersível funcionasse por meio de energia solar, refletiu-se sobre os tipos de associação, série e paralelo, onde decidiu-se de forma correta pela ligação em paralelo. Mediu-se tensão e corrente elétrica de acordo com o número de geradores para, finalmente, ligar a bomba de água submersível.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando a aplicação desta sequência didática em duas escolas, a escola A realizou a aplicação no período matutino com vinte e sete alunos do Ensino Médio, e a escola B, a escola itinerante, onde está SD foi submetida no período noturno em uma escola do campo para sete alunos do terceiro ano do Ensino Médio, pertencente ao Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra. Ambas as escolas pertencentes ao mesmo município.

### 4.1 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para ambas as escolas, A e B, os alunos tiveram acesso ao mesmo material e puderam manusear e fazer as medições para comprovar as propriedades nos tipos de ligações. As três imagens que segue demonstram a conferência de medida de tensão elétrica, comprovando a propriedade da ligação em série de geradores (Figuras 4 e 5).

Figura 4 – Medida da ddp de uma pilha.



Fonte: Autoria própria

Figura 5 – Medida da ddp de duas pilhas na associação em série.



Fonte: Autoria própria

Observe -se a somatória das tensões proporcional ao número de geradores associados em série.

Para conferência da propriedade da associação em paralelo de geradores, as imagens que seguem (Figuras 7 e 8) comprovam a conservação da tensão elétrica equivalente a um gerador, independente do número de geradores ligados ao circuito.

Figura 6 – Medida da ddp de pilhas associadas em paralelo.



Fonte: Autoria própria

Figura 7 – Medidas da ddp de três pilhas em associação em paralelo.



Fonte: Autoria própria

Para a execução do experimento usando células solares precisa -se de um dia de sol. Com a finalidade de medir tensão elétrica e corrente elétrica das células solares e conferir o funcionamento da micro bomba de água. Espera-se que usando três células solares a micro bomba de água, que tem por limite 6 volts de tensão e 120 miliampères, consiga irrigar água. Sendo a associação em paralelo o modo correto de ligação para não danificar a micro bomba.

Observando o visor do multímetro, Figura 9, confere-se as medidas de tensão elétrica das células solares associadas em paralelo. A medida da ddp de uma célula fotovoltaica conferida pelos alunos. O visor mostra 6,18 V. para uma célula solar

Figura 8 – Medida da ddp de uma célula solar.



Fonte: Autoria própria

Realizando o aumento do número de células solares foi possível observar que o valor da ddp não mudou, conforme pode-se observar na Figura 10 o valor da ddp é 6,20V para as três células.

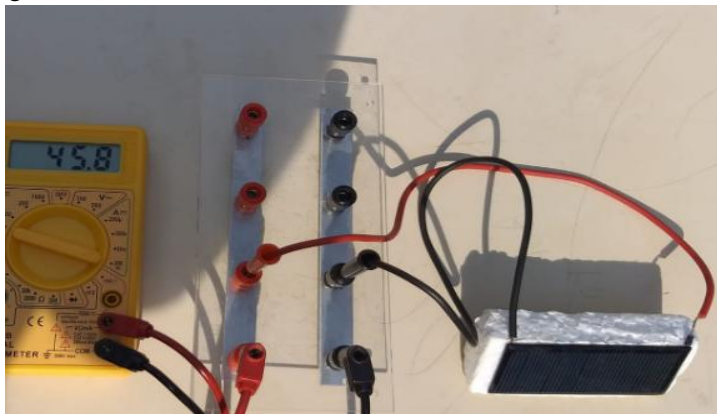
Figura 9 – Medida da ddp de três células solares.



Fonte: Autoria própria

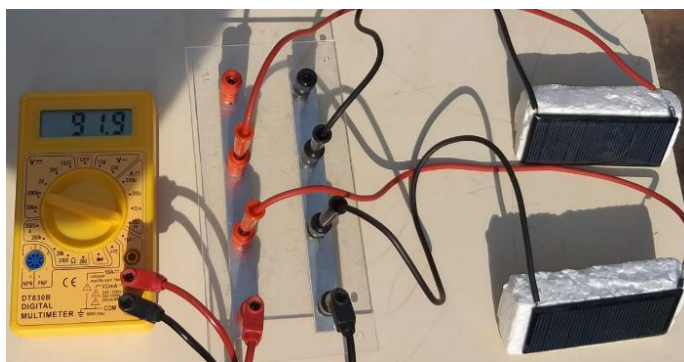
A corrente elétrica que percorre um circuito em paralelo sofre aumento de acordo com o número de células solares. Como se vê nas imagens das Figuras 11 e 12. Pode-se observar uma corrente de 46 mA para uma célula, 92 mA para duas células e 145 mA para três células associadas em paralelo.

Figura 10 – Medida da corrente elétrica de uma célula solar.



Fonte: Aatoria própria

Figura 11 – Medida da corrente elétrica de duas células solares.



Fonte: Aatoria própria

Figura 12 – Medida da corrente elétrica de três células solares.



Fonte: Aatoria própria

Ao serem questionados sobre qual o tipo de ligação seria mais viável para provocar o funcionamento da bomba de água, todos concordaram que a ligação em paralelo seria a ligação necessária para este circuito. Submetendo o experimento

com sucesso, chegando à conclusão de que quanto mais luz, mais eficiência se tem na energia solar e que fazendo sombra com as mãos sobre as células solares a bomba de água deixaria de funcionar por falta de luz e não de calor do Sol.

Depois de comprovada a propriedades da ligação em paralelo das células solares, os alunos conectaram a micro bomba de água ao *protoboard* e a depositaram em um recipiente com água e constataram que a micro bomba cumpria com o seu destino, jorrando água por meio de energia solar, observado na Figura 13.

Figura 13 – Micro bomba de água funcionando por meio de energia solar.



Fonte: Aatoria própria

## 4.2 RESULTADO DE APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Aplicado o mesmo questionário para as duas escolas, segue uma tabela com as questões submetidas e o percentual de respostas mais relevantes, observados no questionário aplicado anterior a sequência de aula, como segue:

Quadro 1 – Análise do questionário prévio

Questões	Escola A	Escola B
<p><b>1.</b> Sobre energia solar, podemos concluir que:</p> <p>( ) o calor do Sol é que produz energia elétrica.</p> <p>( ) considera-se fonte de energia química nuclear.</p> <p>( ) a luz solar é que produz a energia elétrica.</p> <p>( ) os painéis solares podem ser jogados em qualquer lugar, sem problemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8% deixaram a questão sem resposta;</li> <li>• 26% assinalaram: “o calor do Sol é que produz energia elétrica”;</li> <li>• 66% disseram que “a luz solar produz energia elétrica”.</li> </ul> <p>Percebemos que a grande maioria já possuía conhecimento sobre o assunto abordado na questão.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15% responderam que “o calor do Sol é que produz energia elétrica”;</li> <li>• 15% assinalaram a opção “considera-se fonte de energia química nuclear”;</li> <li>• 15% optaram pela última opção de resposta, que diz: “os painéis solares podem ser jogados em qualquer lugar, sem problemas”;</li> <li>• 55% dos alunos assinalaram a terceira opção, sendo a correta, onde cita que “a luz solar é que produz a energia elétrica”.</li> </ul> <p>Mesmo obtendo maior percentual na resposta correta, quase que metade dos alunos não tinham conhecimento acerca deste assunto.</p>
<p><b>2.</b> Como o efeito fotovoltaico é produzido?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8% dos alunos descreveram que “o fóton atinge o elétron da última órbita”, demonstrando algum conhecimento sobre o assunto;</li> <li>• 92% deixaram a questão sem resposta, sendo a maioria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15% das respostas afirmam que “a luz do Sol bate na placa, acumulando energia”.</li> <li>• 85% dos questionários estavam com esta questão em branco.</li> </ul>
<p><b>3.</b> O que é tensão elétrica?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 38% dos alunos citaram a unidade de medida de tensão, o volt, ou fizeram uma relação errônea com a força.</li> <li>• 62% dos alunos optaram por deixar a questão sem resposta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 42% dos questionários estavam com respostas incoerentes, como: “é o conjunto de eletricidade” ou “equivalente a 100 volts”;</li> <li>• 58% dos alunos não responderam à questão.</li> </ul>



<p>4. O que é corrente elétrica?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25% citaram como sendo “o deslocamento de carga dentro de um condutor”;</li> <li>• 75% dos alunos não responderam esta questão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 42% dos alunos citaram o material utilizado em instalações elétricas (fio de cobre) ou chamou-a de “acúmulo de forças”;</li> <li>• 58% dos alunos não responderam a questão.</li> </ul>
<p>5. 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</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 48% assinalaram a opção “tensão e corrente elétrica aumentam”, como que, por obrigatoriedade, as duas variáveis teriam que aumentar;</li> <li>• 52% deixaram a questão sem resposta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 42% assinalaram as opções tidas como incorretas para a questão;</li> <li>• 58% assinalaram a opção “tensão e corrente elétrica aumentam”, como na escola A, sofreria um aumento para as duas variáveis.</li> </ul>
<p>6. 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</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20% assinalaram a resposta correta, “série”, mesmo sendo minoria, já possuíam conhecimento sobre o assunto;</li> <li>• 30% deixaram sem resposta;</li> <li>• 50 % responderam como sendo “paralelo”, pode-se pensar que a posição das pilhas dentro do controle remoto traz a ideia de paralelismo, conhecido na Matemática.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29% assinalaram a opção “série”;</li> <li>• 71% responderam que seria uma ligação em “paralelo”, relação feita entre a posição das pilhas e o conhecimento matemático.</li> </ul>
<p>7. Ao abrir um farolete com 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?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3% das respostas estavam incorretas;</li> <li>• 97% ficaram sem responder.</li> </ul>	<p>Obtivemos os mesmos resultados, sendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3% das respostas estavam incorretas;</li> <li>• 97% ficaram sem responder.</li> </ul> <p>Para ambas as escolas, não havia compreensão sobre o assunto em questão.</p>

Fonte: Autoria própria

Observa-se nas respostas obtidas a dificuldade de relacionar os conteúdos submetidos em sala de aula e os materiais encontrados na vida cotidiana, como, por exemplo, um controle remoto. Vemos que o maior percentual foi para questões sem resposta para todo o questionário, sendo assim nas duas escolas com realidades totalmente opostas. Vale lembrar que a 'Escola B' é uma escola do campo, onde praticamente, todos os alunos trabalham na lavoura ou com gado leiteiro. E as questões sobre o conhecimento de energias renováveis, para ambos os casos, deveriam ser mais conhecidas devido ao fácil acesso a informações, como celulares, internet e outras tecnologias. As questões de múltipla escolha, muitas vezes, são respondidas aleatoriamente, sem leitura ou sem possuir nenhum conhecimento sobre o assunto.

Seguimos com as aulas, onde passamos por mais três momentos antecedendo ao segundo questionário para análise do avanço frente aos conteúdos vistos. Abordando conteúdos como: tensão e corrente elétrica, ligação em série e paralelo, e o efeito fotovoltaico e energia solar, vivenciados com experimentos simples, além da apresentação e discussão dos conteúdos, percebeu-se uma relação feita das questões vistas no questionário prévio com os conteúdos e experimentações realizadas no momento-aula, podendo ser notado, em algumas questões, respondidas no questionário aplicado após o término da sequência de aula que abordavam os conteúdos envolvidos neste debate, constatando-se melhora em muitos pontos do conhecimento físico atrelado a vida cotidiana.

Quadro 2 – Análise do questionário posterior

Questões	Escola A	Escola B
<p>1. Sobre energia solar, podemos concluir que:</p> <p>( ) o calor do Sol é que produz energia elétrica.</p> <p>( ) considera-se fonte de energia química nuclear.</p> <p>( ) a luz solar é que produz a energia elétrica.</p> <p>( ) os painéis solares podem ser jogados em qualquer lugar, sem problemas.</p>	<p>Notado no primeiro questionário que grande percentual assinalou a resposta correta, vemos grande avanço:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% dos questionários tenham como resposta que 'a luz solar é que produz energia elétrica'.</li> </ul>	<p>Mesmo a maioria assinalando corretamente no primeiro questionário, vemos divergências com as outras opções de resposta, o que não aconteceu no segundo, como vê:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% dos alunos responderam corretamente, como sendo 'a luz solar é que produz energia elétrica'.</li> </ul>

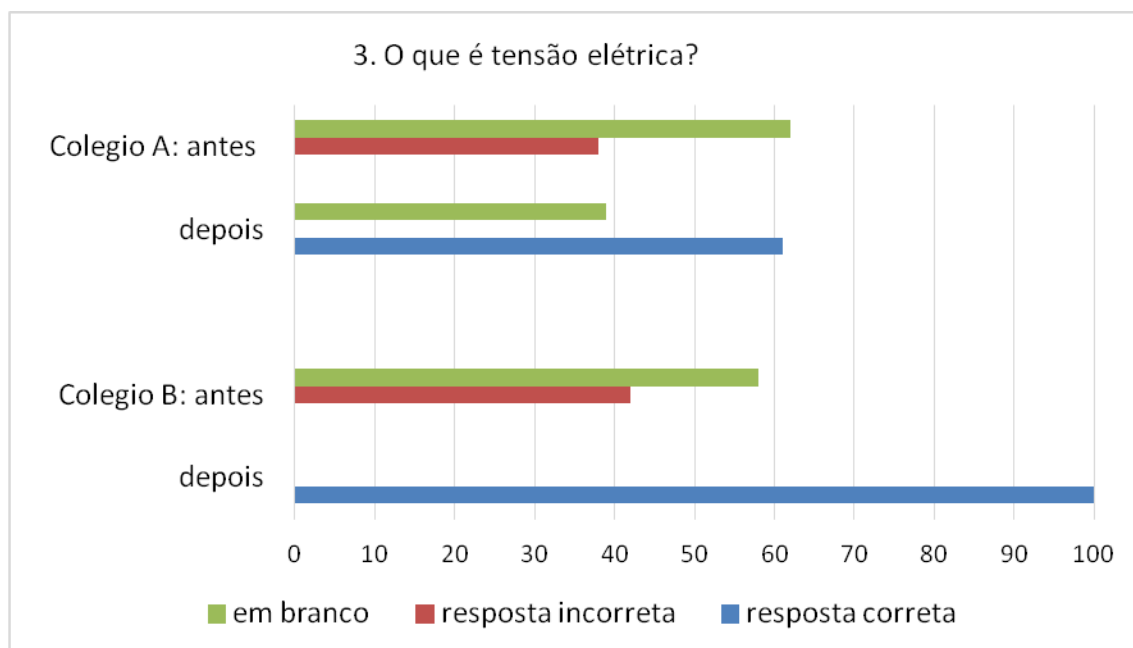
<p>2. Como o efeito fotovoltaico é produzido?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4% dos questionários não apresentavam resposta para esta questão;</li> <li>• 82% dos questionários apresentavam respostas corretas demonstrando compreensão dos conteúdos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% dos alunos responderam a questão demonstrando avanço e compreensão do conteúdo.</li> </ul> <p>Explicado como: 'transferência de energia dos fótons de luz para os elétrons, dando-lhes capacidade de movimento'.</p>
<p>3. O que é tensão elétrica?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 39% dos questionários estavam sem resposta;</li> <li>• 61% dos alunos responderam positivamente conceituando tensão elétrica como sendo a "diferença de potencial entre dois polos".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% dos alunos responderam a questão e argumentaram de forma correta.</li> </ul> <p>Pontuando como sendo a causadora do movimento ordenado dos elétrons em um condutor.</p>
<p>4. O que é corrente elétrica?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 39% optaram por deixar esta questão sem resposta, entendendo que a dificuldade de compreensão permanece;</li> <li>• 61% dos alunos responderam a questão de forma satisfatória explanando a resposta com clareza e citando situações onde existe corrente contínua e corrente alternada.</li> </ul>	<p>100% dos alunos responderam a questão com clareza e de forma correta, citaram como sendo 'o movimento ordenado dos elétrons em um material condutor' podendo ser 'contínua ou alternada' dependendo da situação.</p>
<p>5. Associando baterias em paralelo:  <input type="checkbox"/> acontece um aumento de intensidade de corrente elétrica, mas a tensão se mantém no mesmo valor  <input type="checkbox"/> vemos o aumento da tensão elétrica e a diminuição da intensidade de corrente  <input type="checkbox"/> tensão e corrente elétrica aumentam  <input type="checkbox"/> tem-se o dobro de corrente elétrica e a tensão se reduz à metade</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 9% dos alunos não responderam a questão;</li> <li>• 30% dos alunos assinalaram que "vemos o aumento da tensão elétrica e a diminuição da intensidade de corrente";</li> <li>• 61% das respostas estavam corretas, sendo: "acontece um aumento de intensidade de corrente elétrica, mas a tensão se mantém no mesmo valor".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 16% dos questionários não possuíam resposta para esta questão;</li> <li>• 84% responderam de forma correta, que "acontece um aumento de intensidade de corrente elétrica, mas a tensão se mantém no mesmo valor".</li> </ul>

<p>6. 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.</p> <p>Essa ligação seria:</p> <p>( ) elétrica ( ) paralela ( ) renovável ( ) série</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8% dos alunos responderam incorretamente que seria uma ligação em “paralelo”;</li> <li>• 92% das respostas estavam corretas, para ligação em série.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% das respostas adquiridas eram para ligação em série, sendo a resposta correta.</li> </ul>
<p>7. 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?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 22% dos alunos responderam de forma incorreta, dizendo que a tensão manteria o seu valor na ligação em série, sendo 2volts;</li> <li>• 35% dos alunos disseram que a tensão aumenta na ligação em série de bateria, chegando a 6 volts o novo valor da tensão elétrica;</li> <li>• 43% dos alunos não responderam a esta questão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 16% dos questionários estavam sem resposta;</li> <li>• 84% dos alunos citaram o aumento de tensão elétrica na ligação em série de baterias, chegando ao novo valor de 6 volts.</li> </ul>

Fonte: Autoria própria

As questões 3 e 4, que abordavam os temas “tensão e corrente elétrica”, os alunos da ‘Escola A’ demonstraram mesmo nível de compreensão para ambas, já os alunos da ‘Escola B’, como em outros casos, apresentaram excelente percentual de compreensão (Quadros 3). Os resultados comparativos da questão 4 são análogos aos resultados comparativos da questão 3.

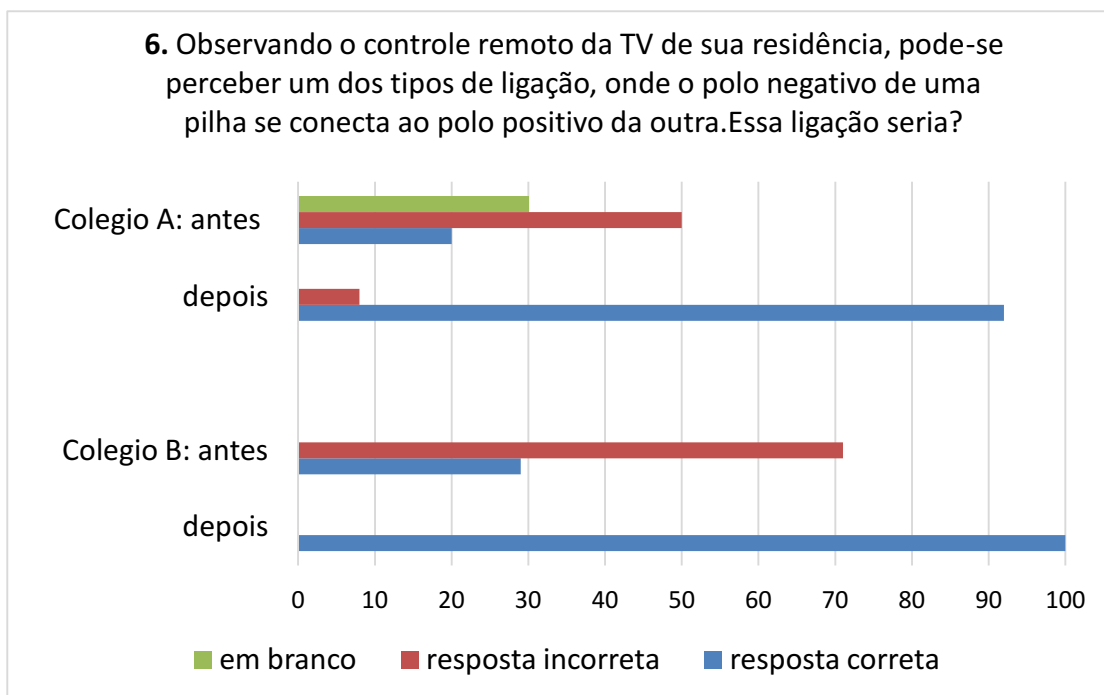
Quadro 3: Comparativo das respostas da questão 3



Fonte: Autoria própria

Sobre os tipos de ligações de baterias, série e paralelo, os dados nos apontam bom domínio dos conceitos deste conteúdo (ver quadro 4, ref. Questão 6), porém, destaca-se o conceito da ligação em série de baterias.

Quadro 4: Comparativo das respostas da questão 6



Fonte: Autoria própria

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pensando na evolução da aprendizagem, podemos refletir sobre a importância das atividades experimentais no ensino de Física e da ciência, propriamente dita, onde acontece o ligamento da teoria com a vida cotidiana, permitindo ao aluno fazer essa convergência, enriquecendo seu conhecimento científico e propiciando-lhe uma visão mais crítica sobre o mundo da ciência.

A história da evolução do ser humano consiste em experimentação, estando presente na adaptação social ou na interação com o meio em que vive. O saber científico é introduzido na escola, mesmo podendo ser acessado de várias formas, e a experimentação se torna a alavanca para despertar o interesse neste mundo abstrato a ser desvendado e despertar habilidades que desenvolvem, ainda mais, o cognitivo dos alunos.

Dessa maneira, foi construída esta sequência de aula buscando colaborar com a aprendizagem significativa dos educandos, entremeio a conteúdos propostos para o ensino de Física, voltado ao terceiro ano do ensino médio da rede pública de ensino, de uma forma diferenciada, onde o aluno pudesse construir e experimentar o conteúdo estudado.

De início, percebeu-se uma resistência por ter que responder um questionário sem ter explanado o assunto que o envolvia. Em seguida, podendo estar em um ambiente diferente do ambiente da sala de aula, estando no laboratório da escola, lugar pouco explorado por eles e manuseando os materiais dispostos nas bancadas, veio a empolgação e motivação por parte da maioria dos alunos, o que deixou os momentos muito mais empolgantes, conseguindo a atenção de todos para a discussão das teorias e a busca por resultados, quando usando o multímetro, as pilhas nos dois tipos de ligação e as células solares que provocaram o funcionamento da bomba de água.

Da experiência vivida e dos dados, conclui-se que esta sequência de aula proporcionou significativamente a fixação destes conteúdos, fazendo do aluno o centro da construção do seu conhecimento, observando na prática o que se viu na teoria. Deixando o momento-aula inclusivo a todos, dando a oportunidade de um momento de aquisição de novos conhecimentos diferente do habitual, apenas com aula expositiva. Dando ao aluno o protagonismo neste processo que poderia ser passado de forma superficial, deixando-o ainda abstrato.

Uma pequena contribuição original deste trabalho é trazer o tema de ligações em paralelo e em série de geradores. Este tema não é trabalhado no ensino médio e tem a sua importância nas ciências.

Com a exposição dos conteúdos e experimentos, unindo teoria a prática, espera-se que os alunos adquiram conhecimento a cerca 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>

DUARTE, Rosália, *Pesquisa Qualitativa: Reflexões sobre o Trabalho de Campo*, Departamento de Educação da Pontifícia Universidade Católica, disponível: <https://www.scielo.br/pdf/cp/n115/a05n115.pdf>

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>

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)

PEREIRA, Rodrigo de Oliveira. **Células fotovoltaicas**: uma sequência didática sobre ligação de geradores em série e em paralelo. 2020. 86 p. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Estadual de Maringá, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, 2020.

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

WALKER, Jearl, HALLIDAY, David, RESNICK, Robert, *Fundamentals of Physics*, Halliday and 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



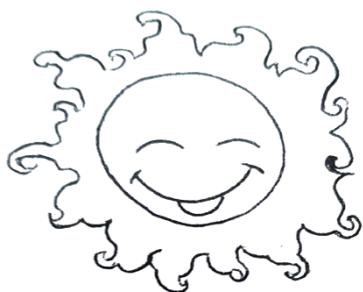
## APÊNDICE A

Pesquisa para a Monografia da Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino – EaD UTFPR, por meio de um questionário, objetivando a pesquisa sobre a aprendizagem significativa em uma proposta didática que envolve o conteúdo Eletromagnetismo.

### QUESTIONÁRIO

Número de chamada: \_\_\_\_\_

Responda as questões que seguem a respeito de conceito de energia renovável e ligação de baterias.



1. 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.

2. Como o efeito fotovoltaico é produzido?

---



---



---



---



---

3. O que é tensão elétrica?

---



---



---



---

4. O que é corrente elétrica?

---



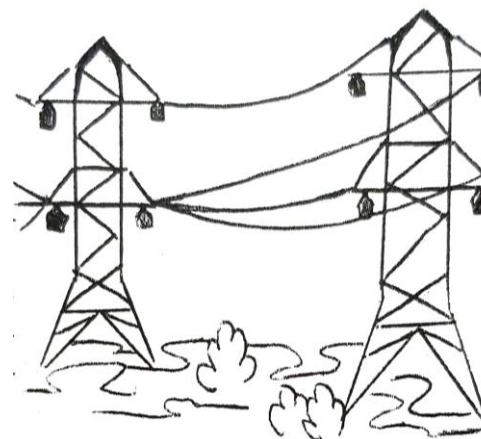
---



---

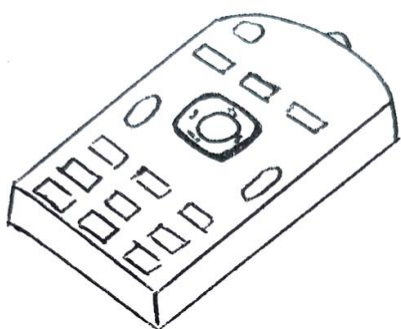
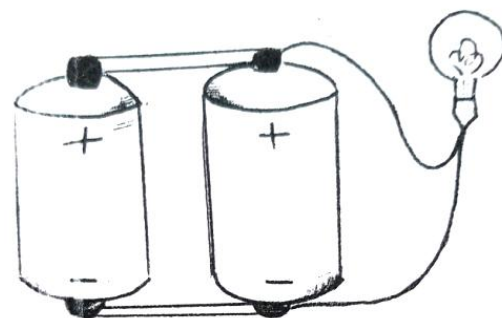


---



5. 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



6. 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

7. 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?

---



---



---



---



---



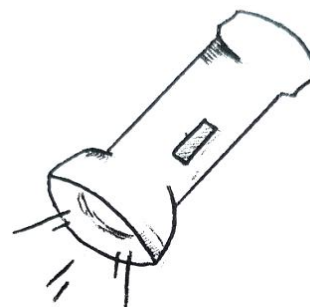
---



---



---



## APENDICE B

### SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A aplicação desta sequência didática aborda o estudo dos conteúdos: tensão e corrente elétrica, ligação de geradores em série e paralelo e o estudo de células solares. Aplicado junto a alunos do 3º ano do ensino médio de escolas públicas estaduais.

Constituída de três momentos, abrangendo duas aulas geminadas, de 45 minutos cada aula, totalizando 90 minutos. Utilizando 6 aulas para aplicação da sequência didática e duas aulas para aplicação do questionário pré e pós aplicação da SD.

### Primeiro momento (2 aulas geminadas)

#### Conteúdo:

Tensão e corrente elétrica.

#### Objetivos de Aprendizagem:

- Oportunizar melhor compreensão sobre tensão e corrente elétrica, e suas unidades de medidas;
- Resolver problemas envolvendo intensidade de corrente elétrica fazendo uso de equações.

#### Procedimento:

Aula expositiva e dialogada, iniciando com a retomada do conteúdo estrutura atômica, o sinal das cargas que o compõe, sendo: negativo para elétrons, positivo para prótons e neutro para nêutrons.

Seguindo com a discussão sobre diferença de potencial (ddp), onde se tem maior concentração de elétrons livres em polos positivos e menor concentração em polos negativos, possibilitando a movimentação dos elétrons livres quando ligados por um condutor de eletricidade.

Havendo movimento ordenado dos elétrons livres em um fio condutor devido a diferença de potencial, há corrente elétrica circulando em um circuito. Para este

trabalho, circuitos de geradores. Podendo medir a intensidade de corrente elétrica utilizando a razão:

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

I: intensidade de corrente elétrica medida em ampere;

Q: carga elétrica medida em Coulomb;

T: tempo medido em segundos

Concluindo o primeiro momento com resolução de exercícios, como este que segue:

#### Quadro 5 – Exercício sobre Corrente Elétrica

I. 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:

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

Fonte: Sampaio&Calçada/ Física- Volume Único

#### Segundo momento (2 aulas geminadas):

#### Conteúdo:

Ligação de geradores em série e em paralelo

#### Objetivo de Aprendizagem:

Proporcionar a compreensão de conceitos na ligação de geradores em série e em paralelo, e realizar medidas de tensão elétrica com o manuseio de um multímetro.

**Procedimento:**

Dividir os alunos em grupos de acordo com o número de bancadas montada com o material para experimentação.

Em cada bancada foram utilizadas 3 pilhas, fita isolante, e pedaços de fio condutor medindo 9 centímetros e descascados com espaçamento de 3 centímetros.

A propriedade da ligação de geradores em série garante um aumento de corrente elétrica proporcional ao número de geradores acoplados em um circuito, não alterando o valor da corrente elétrica. O oposto acontece em uma ligação de geradores em Paralelo, onde a tensão elétrica, independente do número de geradores, terá valor igual a tensão elétrica de um gerador, e a corrente elétrica resulta da somatória da corrente de cada gerador.

Utilizando o material, mediram a tensão elétrica de uma pilha, em seguida ligaram duas pilhas em série, acoplando o polo negativo de uma ao polo positivo de outra pilha, fixando com fita isolante, e medindo a tensão elétrica novamente. As Três pilhas foram ligadas em série, medindo a tensão elétrica, comprovando a propriedade da ligação de geradores em série.

Seguindo com a ligação em paralelo, fixar as pilhas aos fios descascados, lembrando que para uma ligação em paralelo os polos devem ser correspondentes, positivo com positivo e negativo com negativo. A fita isolante deve prender o os polos a parte do fio que está descascada, sobrando espaço para medir tensão elétrica e comprovar que não há variação em seu valor. Concluindo assim o segundo momento.

**Terceiro momento (2 aulas geminadas):****Conteúdo:**

Efeito fotovoltaico e energia solar

**Objetivo de Aprendizagem:**



Demonstrar por meio de experimento, a funcionalidade da energia solar usando células fotovoltaicas.

**Procedimento:**

Trazendo o conhecimento da aula anterior, onde as propriedades de ligação em série e paralelo foram abordados, foram plugados três células solares a um *protoboard* para medida de tensão e corrente elétrica. Neste experimento foi possível fazer as duas medições, voltagem e amperagem, na ligação em paralelo. Ligação esta que permite o funcionamento de uma micro bomba de água submersível.

Comprova-se na medição de tensão elétrica que não há alteração na ligação em série, cada célula solar possui 5,5 volts, o que também percorre todo o circuito. A corrente elétrica de uma célula tem valor 45 miliampere, três células solares ligadas em paralelo resulta em 135 miliampere, aproximadamente. Sendo o limite da micro bomba de água submersível 6 volts e 120 miliampere, ao ser acoplada no *protoboard* e introduzida em recipiente com água é possível constatar seu funcionamento, bombeando água.

Após o terceiro momento acontece a aplicação do questionário referente ao conteúdo visto.