

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Produto Educacional

INVESTIGANDO O EFEITO FOTOVOLTAICO NO ENSINO MÉDIO

Djamilton Foicinha Campelo



Autor: Djamilton Foicinha Campelo

Orientador: Prof. Dr. Karl Marx Silva Garcez

Coorientadora: Prof.^a Karla Cristina Silva Sousa

Capa e produção editorial: Ricardson Borges Vieira

Foto da capa: Skitterphoto, 2013 (Pexels.com).

Apresentação

Prezado (a) Professor (a),

Este Trabalho foi desenvolvido com o intuito de orientá-lo quanto a elaboração e utilização didática de Sequência de Ensino Investigativa (SEIs) no estudo da conversão da energia contida na radiação luminosa em energia elétrica, o efeito fotovoltaico. O referido material é o produto educacional referente à conclusão de dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Maranhão – MNPEF – Polo 47 – UFMA, intitulada: **“SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA O ESTUDO DO EFEITO FOTOVOLTAICO EM UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL NA PERSPECTIVA DA TEORIA DE CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD”**.

Pensando em um ensino voltado para inserção dos alunos na cultura científica. As Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) são uma maneira organizada de promover o ensino em sala de aula traduzindo fenômenos Físicos em problemas interessantes para os alunos, possíveis de serem resolvidos e principalmente que suas resoluções encaminhem os estudantes na direção dos conhecimentos científicos e promova um processo de alfabetização científica.

O Autor.

Primeiras palavras...

Começando com uma breve apresentação, me formei em 2008 na primeira turma do curso de Física licenciatura da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), minha trajetória como professor começou em 2006 em uma pequena escola particular, onde comecei ministrando aulas de matemática para o 6º ano. Nos anos seguintes assumi a disciplina de Ciências nas turmas do 9º ano até 2008. A partir de 2009 comecei a ministrar aulas no ensino médio como professor de Física contratado pela rede Estadual de ensino do Estado do Maranhão. No ano de conclusão deste trabalho (2019), assumi o cargo de professor substituto na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e desde 2014 atuando também como professor de Física em uma Faculdade particular. Assim como eu, muitos professores (principalmente no início da carreira) precisam ministrar aulas em várias instituições de ensino pra manter seu sustento, passei por muitas instituições tanto na rede pública como na rede particular, com isso fui ganhando experiências de sala de aula me deparando com todas as problemáticas da profissão desde a educação básica até superior. A ideia de fazer um mestrado sempre me ocorreu, mas devido a carga de trabalho, ficava adiando. A fim de refinar as habilidades que adquiri na graduação e agregar novos conhecimentos na área específica de Física, bem como desenvolver competências metodológicas necessárias ao bom desempenho da atividade docente, ingressei em 2017 no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – programa em rede, com polos em vários estados, coordenado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) e que tem como foco o aperfeiçoamento de professores de física da educação básica. Com essa oportunidade, pude conciliar os estudos ao trabalho e assim concluir este trabalho como uma pequena contribuição para o ensino de Física.

Djamilton Campelo

Sumário

INTRODUÇÃO	4
A TERORIA DE CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD	5
Campos Conceituais	6
Conceitos	6
Situações	7
Esquemas	7
Invariantes operatórios	8
O professor e o ensino na perspectiva de Vergnaud	8
CONSTRUINDO UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI)	9
Estratégias para elaboração da SEI 1	10
Sequência de ensino investigativa 01-Energia na pista de skate	11
O princípio da conservação da energia mecânica	12
Atividade 01 - Questões	14
A Influência do atrito	15
Construindo uma pista em forma de loop	16
Atividade 02 - Construindo mapa conceitual	18
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	19
O Efeito fotovoltaico	19
Estratégias para elaboração da Sequência de ensino 2	22
Sequência de ensino investigativa 02-O efeito fotovoltaico	23
Investigação 1 - Tensão de circuito aberto	23
Investigação 2 - Corrente de curto-circuito.....	24
Investigação 3 - Conectando a placa uma carga	25
Calculando a potência de uma célula solar	26
Calculando a eficiência da célula solar	27
Atividade 03 - Questões	28
CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DE UMA PLACA FOTOVOLTAICA	29
A curva característica	29
O fator de forma FF	30
A eficiência de conversão	31
CARREGAMENTO DE UMA BATERIA ATRAVÉS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	33
CONSTRUINDO UM GRÁFICO DA CURVA CARACTERÍSTICA DE UMA PLACA FOTOVOLTAICA	34
Atividade 04 - Questões	37
Atividade 05 - Construindo mapa conceitual	38
REFERÊNCIAS	39
Apêndice A	40

INTRODUÇÃO

A geração de energia é fundamental, e a sociedade moderna é dependente e beneficiada pelo uso da energia elétrica. Portanto, a produção de eletricidade é uma preocupação constante. Com incertezas quanto à disponibilidade de reservas fósseis no futuro, somado a pesada emissão de gases poluentes na atmosfera, a geração de eletricidade proveniente de fontes fósseis vem perdendo participação e consequentemente dando espaço à geração de energias limpas e renováveis (BENEDITO, 2009). Diante deste cenário, a energia solar tem sido foco de estudo para muitos pesquisadores nas últimas décadas, e muitos países desenvolvidos já vêm investindo confiantemente na energia gerada por sistemas fotovoltaicos (REIS, 2011).

A energia desempenha um papel fundamental na vida humana: ao lado de transportes, telecomunicações e águas e saneamento, compõe a infraestrutura necessária para incorporar o ser humano ao desenvolvimento vigente. Por isso, o tratamento dos temas energéticos no seio dessa infraestrutura será da maior importância para que se caminhe na busca de um desenvolvimento sustentável. Isso requer uma abordagem holística, multidisciplinar, num cenário composto por todas as dimensões do problema: tecnológicas, econômica, sociais, políticas e ambientais (REIS, 2011).

Este material tem por objetivo auxiliar o professor em suas aulas de Física, oferecendo leituras complementares e atividades práticas que abordam conteúdos relacionados a geração de energia elétrica através do estudo do efeito fotovoltaico. As atividades foram desenvolvidas através de duas Sequências de Ensino investigativas (SEIs). A primeira sequência com o objetivo de trabalhar os conceitos relacionados a conservação da energia, e a segunda aos conceitos relacionados a geração de energia elétrica através do efeito fotovoltaico.



A TERORIA DE CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD

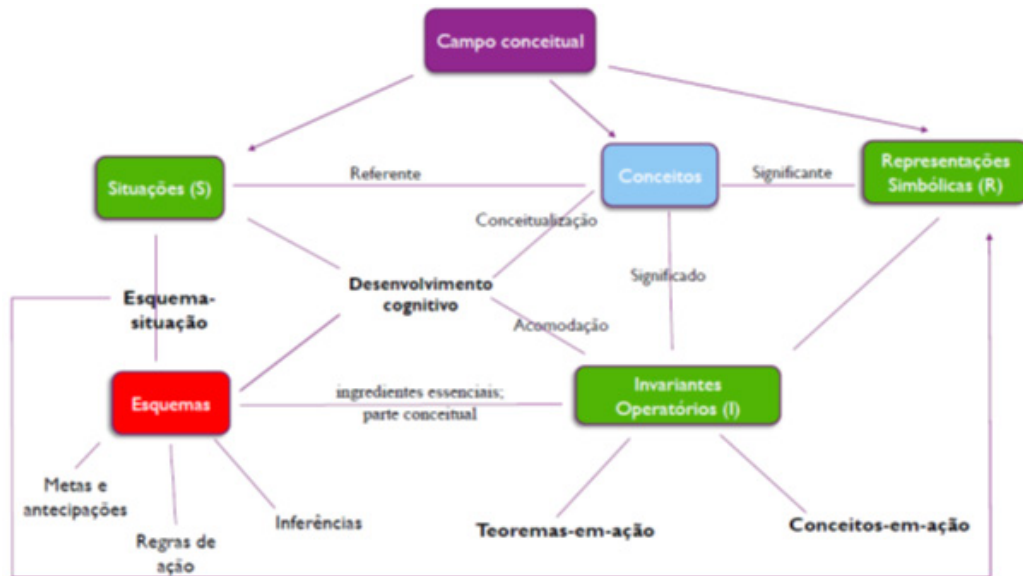
A teoria de campos conceituais de Gerard Vergnaud é uma teoria psicológica de conceitos, uma teoria cognitiva do processo de conceitualização do real. (VERGNAUD, 1990). Tal teoria estuda a evolução dos conceitos cotidianos para os conceitos científicos. O ser humano quando enfrenta a realidade, interpreta-a por meio de seus significados e suas representações. O ensino e a aprendizagem de ciências buscam aproximar esses significados e representações daqueles compartilhados pela comunidade científica.

Para Vergnaud (1990), o conhecimento está organizado em campos conceituais. O sujeito se apropria destes campos conceituais ao longo de muito tempo, através de experiência, maturidade e aprendizagem. Ele define campo conceitual como um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e provavelmente relacionados durante o processo de aquisição.

Segundo (GRINGS, et. al, 2006), os conceitos-chave da teoria dos campos conceituais são, além do próprio conceito de campo conceitual, os conceitos de esquema, situação, invariante operatório (teorema-em-ação ou conceito-em-ação), e a sua concepção de conceito. Destes componentes, os mais importantes são os invariantes operatórios, cujas principais categorias são os teoremas-em-ação e os conceitos-em-ação, pois eles é que fazem a articulação entre teoria e prática, constituindo a base conceitual, em grande parte implícita, que permite obter informação apropriada e, a partir dela e dos objetivos, inferir as regras de ação mais pertinentes para abordar as situações. Teorema-em-ação é uma proposição considerada como verdadeira sobre o real; conceito-em-ação é uma categoria de pensamento considerada como pertinente. Os conceitos de campo conceitual, conceito, situações, esquema, invariante operatório (teorema-em-ação ou conceito-em-ação), são a espinha dorsal da teoria de Vergnaud.



Figura 1 - Mapa conceitual para a Teoria de campos Conceituais de Vergnaud.



Fonte: (MOREIRA, 2002).

A figura 1 apresenta um mapa conceitual para a teoria de Vergnaud, ou seja, um diagrama conceitual destacando os conceitos-chave da teoria e suas principais interrelações. As palavras que aparecem sobre as linhas conectando os conceitos procuram explicitar a natureza da relação entre elas. Por exemplo, a relação entre situações e conceitos é referente, pois as situações é que dão sentido ao conceito, i.e., constituem o referente do conceito. As setas, quando existem, sugerem apenas uma direção para leitura.

A seguir serão apresentados alguns dos conceitos chave da teoria de Vergnaud.

Campos Conceituais

Campo conceitual é também definido por Vergnaud como um conjunto de problemas e situações cujo tratamento requer conceitos, procedimentos e representações de tipos diferentes, mas intimamente relacionados (MOREIRA, 2002, p.3). Um campo conceitual pode ser uma unidade de estudo, cujas situações, conceitos e procedimentos podem ser tratados de forma independente de outros conjuntos. Um campo conceitual é um conjunto de conteúdos, mas não somente de conteúdos que estão fortemente interligados entre si, e sim que podem estar relacionados com outros campos conceituais.

Conceitos

Na teoria de Campos conceituais, Vergnaud define conceito como um tripeto de três conjuntos, ou seja, $C = (S, I, R)$. Onde o conjunto S é um grupo de situações que dão sentido ao conceito. O conjunto I tem como elementos os invariantes (objetos, propriedades



e relações) sobre os quais repousa a operacionalidade do conceito, ou o conjunto de invariantes operatórios associados ao conceito, ou o conjunto de invariantes que podem ser reconhecidos e usados pelos sujeitos para analisar e dominar as situações do primeiro conjunto. Enquanto R é um conjunto de representações simbólicas (linguagem natural, gráficos e diagramas, sentenças formais, etc.) que podem ser usadas para indicar e representar esses invariantes e, conseqüentemente, representar as situações e os procedimentos para lidar com estas.

Situações

No contexto da teoria de Campos conceituais o conceito de situação não é o de situação didática, mas sim o de tarefa, de tal forma que toda situação complexa pode ser vista como um conjunto de tarefas, as quais apresentam dificuldades próprias, que são importantes conhecer. A ideia de campo conceitual levou ao conceito de conceito como sendo definido através do referente, do significado e do significante, mas são as situações que dão sentido ao conceito (VERGNAUD, 2011). Como são as situações que dão sentido aos conceitos, é natural definir campo conceitual como sendo, sobretudo, um conjunto de situações. Um conceito torna-se significativo através de uma variedade de situações (VERGNAUD, 1994), mas o sentido não está nas situações em si mesmas, assim como não está nas palavras nem nos símbolos (VERGNAUD, 1990). O sentido é uma relação do sujeito com situações e significantes.

Esquemas

Para Vergnaud (MOREIRA, 2002), esquema é uma organização invariante do comportamento para uma classe de situações dada. É nos esquemas que estão os conhecimentos-em-ação do sujeito, isto é, os elementos cognitivos que fazem com que a ação do sujeito seja operatória. Os esquemas referem-se a situações em que o sujeito tem condições de dar conta imediatamente ou situações em que o sujeito necessita de um tempo para reflexão, para solucionar, ou não, a situação (PLAISANCE, VERGNAUD, 2003, p. 66).

Vergnaud considera que os esquemas necessariamente se referem a situações, a tal ponto que dever-se-ia falar em interação esquema-situação ao invés de interação sujeito-objeto. Esquemas têm como ingredientes essenciais aquilo que Vergnaud chama de invariantes operatórios, i.e., conceitos-em-ação e teoremas-em-ação que constituem a parte conceitual dos esquemas, i.e., os conhecimentos contidos nos esquemas.



Invariantes operatórios

Os conhecimentos contidos em um esquema são denominados conceitos-em-ação e teoremas-em-ação. Esses também podem ser chamados pela expressão mais abrangente, invariantes operatórios. Esquema é o que há de invariante na organização da conduta frente a uma certa classe de situações, teoremas-em-ação e conceitos-em-ação são invariantes operacionais, logo são componentes essenciais dos esquemas e determinam as diferenças entre eles (LIMA, SANTOS, 2015). Teorema-em-ação é uma proposição tida como verdadeira sobre o real. Conceito-em-ação é um objeto, um predicado, ou uma categoria de pensamento tida como pertinente, relevante (MOREIRA, 2002).

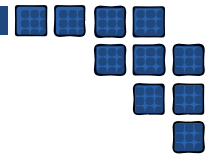
O professor e o ensino na perspectiva de Vergnaud

Um determinado campo conceitual, como o da conservação da energia, por exemplo, pode ser progressivamente dominado por um aprendiz, mas o ensino, através da ação mediadora do professor, é essencial para isso. Professores são mediadores. Sua tarefa é a de ajudar os alunos a desenvolver seu repertório de esquemas e representações (VERGNAUD, 1998). Desenvolvendo novos esquemas, os alunos tornam-se capazes de enfrentar situações cada vez mais complexas. Novos esquemas não podem ser desenvolvidos sem novos invariantes operacionais. A linguagem e os símbolos são importantes nesse processo. Os professores usam palavras e sentenças para explicar, formular questões, selecionar informações, propor metas, expectativas, regras e planos. Contudo, sua ação mediadora mais importante é a de prover situações (de aprendizagem) frutíferas para os estudantes.

Isso significa que a resolução de problemas ou as situações de resolução de problemas são essenciais para a conceitualização, mas como chama atenção Vergnaud (1994, p. 42) "um problema não é um problema para um indivíduo a menos que ele ou ela tenha conceitos que o/a tornem capaz de considerá-lo como um problema para si mesmo". Ou seja, há uma relação dialética e cíclica entre a conceitualização e a resolução de problemas. Para Vergnaud, a problematização vai muito além da abstração de regularidades do mundo observável. Quando uma classe de problemas é resolvida por um indivíduo (o que significa que ela ou ele desenvolve um esquema eficiente para lidar com todos ou quase todos os problemas dessa classe), o caráter problemático dessa classe específica desaparece. Mas essa competência desenvolvida pelo indivíduo o habilita a reconhecer ou considerar novos problemas para si mesmo; trata-se então, de um processo cíclico.



CONSTRUINDO UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI)



As Sequências de Ensino Investigativas (SEIS) são uma maneira organizada de promover o ensino em sala de aula traduzindo fenômenos Físicos em problemas interessantes para os alunos, possíveis de serem resolvidos e principalmente que suas resoluções encaminhem os estudantes na direção dos conhecimentos científicos.

Uma sequência de ensino investigativa deve ter algumas atividades-chaves: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático.

É preciso após a resolução do problema, uma atividade de sistematização por meio da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir. A terceira atividade importante é aquela que promova a contextualização do cotidiano dos alunos, pois, neste momento, eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social. Ao final do ciclo de atividades o professor deve propor atividades de avaliação (CARVALHO, 2013).



Estratégias para elaboração da SEI 1

Situação problema: Examinar as energias envolvidas num sistema pista-skatista através de simulação computacional, primeiramente desprezando o atrito e em seguida considerando a influência do atrito. Como avaliar as transformações de energia que ocorrem num sistema formado por um skatista e uma pista de skate?

Atividade de sistematização: apresentação dos resultados (atividades 1) para discussão e socialização das respostas.

Atividade de contextualização: debate envolvendo os grupos, e suas experiências como o tema e seus conhecimentos adquiridos com a simulação.

Atividade de avaliação: Atividade 1 (Questões), atividade 2 (mapa conceitual).

No quadro 1 estão os conceitos físicos envolvidos na SEI 1. Esses conceitos são importantes no estudo das características e propriedades de energia.

Quadro 1 - Conceitos envolvidos na SEI 1

Campo Conceitual-Energia	
Conceitos Fundamentais	Subconceitos
Trabalho e energia	Trabalho
	Energia
	Potência
Princípio de conservação da energia mecânica	Energia cinética
	Energia potencial
	Energia mecânica
Lei de conservação da energia	Forças conservativas
	Forças não conservativas
	Lei de conservação da energia

Fonte: autor.



Sequência de ensino investigativa 01

Energia na pista de skate

A energia é conceito fundamental para Física e transversa todos os campos conceituais da Física. A importância do conceito de energia reside no princípio da conservação da energia a energia é uma grandeza que pode ser convertida de uma forma para outra, mas que não pode ser criada nem destruída. Por exemplo, em um motor de um automóvel, a energia química armazenada no combustível é convertida parcialmente em energia térmica e parcialmente na energia mecânica que acelera o automóvel. Em um forno de micro-ondas, a energia eletromagnética obtida da companhia que fornece energia elétrica é convertida na energia térmica que cozinha o alimento. Nesses e em outros processos, a energia total permanece constante, ou seja, a soma de todas as formas de energia envolvidas permanece a mesma.

Mais importante do que ser capaz de definir energia, é compreender como ela se comporta ou se transforma. Podemos entender melhor os processos e transformações que ocorrem na natureza se os analisarmos em termos de transformações de energia de uma forma para outra ou de transferências de um lugar para outro. O estudo das diversas formas de energia e suas transformações de uma forma em outra levaram a uma das maiores generalizações da física, a lei de conservação da energia: a energia não pode ser criada ou destruída; pode apenas ser transformada de uma forma para outra, com sua quantidade total permanecendo constante.

A SEI 01 investiga os conhecimentos prévios dos alunos sobre a conservação da energia.



O princípio da conservação da energia mecânica

1º Passo: acessar a simulação: energia na pista de skate.

Para utilizar a simulação energia na pista de skate, abra no navegador no endereço: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-skate-park-basics (fig. 2).

Figura 2 - Tela de acesso a simulação.



Fonte: Phet colorado.

2º Passo: clique no botão iniciar e escolha a opção "intro".

Figura 3 - Tela de início da simulação.



Fonte: Phet colorado.



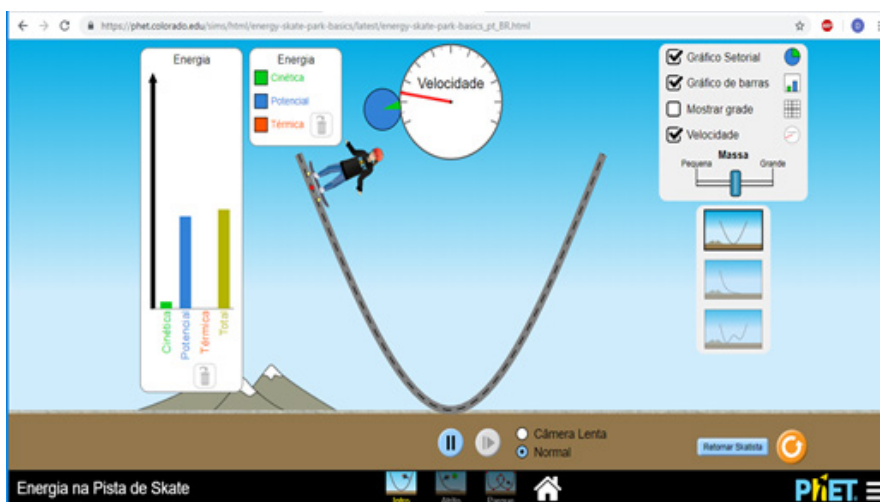
3º Passo: coloque o skatista no alto da pista.

Para colocar o skatista na pista, clique no desenho do skatista e arraste até a altura desejada, aperte no botão de pausa e ajuste a posição inicial.

4º Passo: Ative a opção “mostrar grade” para medir a altura do skatista em relação ao solo.

5º Passo: Ative as opções “gráfico de barras” e “velocidade”.

Figura 4 - Tela inicial da simulação energia na pista de skate.



Fonte: Phet colorado.

6º Passo: clique no botão iniciar e observe o movimento do skatistas e os gráficos de barras e velocidade.

Na pista sem atrito, verifique a altura que o skatista atingirá do outro lado da pista.

OBSERVAÇÃO:

Na parte de baixo da tela, você pode alterar a velocidade do skatista e ao lado pode escolher ou tipo de pista, assim como também pode modificar a massa.



Atividade 01 - Questões

1 - Quais os tipos de energias envolvidas no sistema (pista sem atrito)?

2 - O que acontece com a energia potencial gravitacional durante a descida do skatista?

3 - Onde a energia cinética é máxima?

4 - O que acontece com a energia total desse sistema?



A Influência do atrito

7º Passo: volte ao início da simulação e escolha a opção “atrito”.

Repita as instruções descritas no 3º e 4º passos.

8º Passo: clique no botão iniciar e observe o movimento do skatistas e os gráficos de barras e velocidade.

5 - O que acontece com a velocidade do skatista ao descer e depois ao subir na pista?

6 - De acordo com o observado na simulação. Explique o que ocorre na descida do skatista utilizando o conceito de energia.

7 - O que acontece com a energia total desse sistema?



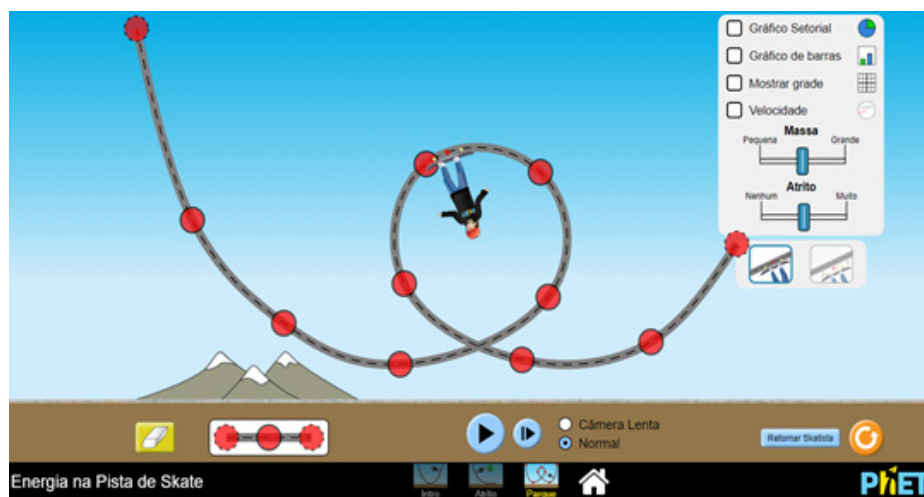
Construindo uma pista em forma de loop

9º Passo: Clique na parte de baixo da tela na opção “parque”.

10º Passo: Construa uma pista em forma de loop.

Para construção do loop, você deve utilizar as peças de construção arrastando-as para a tela e conectando-as umas às outras como na figura 5.

Figura 5 - Construção de um loop



Fonte: Phet colorado.

8 - Explique que condições são necessárias para que o skatista complete o loop.



09 - As expressões abaixo são usualmente apresentadas nas aulas de física no ensino médio. Cada uma delas se vale de símbolos que, sozinhos, representam alguma informação física. No entanto, ao serem agrupados numa expressão nos trazem outras informações associadas a cada um dos símbolos.

Expressão	
1	$E_c = \frac{1}{2}mv^2$
2	$E_p = mgh$
3	$E_{mec} = E_c + E_p$

a) Qual o significado (informação física) de cada um dos símbolos (sozinhos) que aparecem nas expressões?

b) Qual é o significado (informação física) de cada uma das expressões?

10-Como você define energia? Quais são as modalidades de energia que você conhece? Há alguma relação entre as modalidades?



Atividade 02 – Construindo mapa conceitual

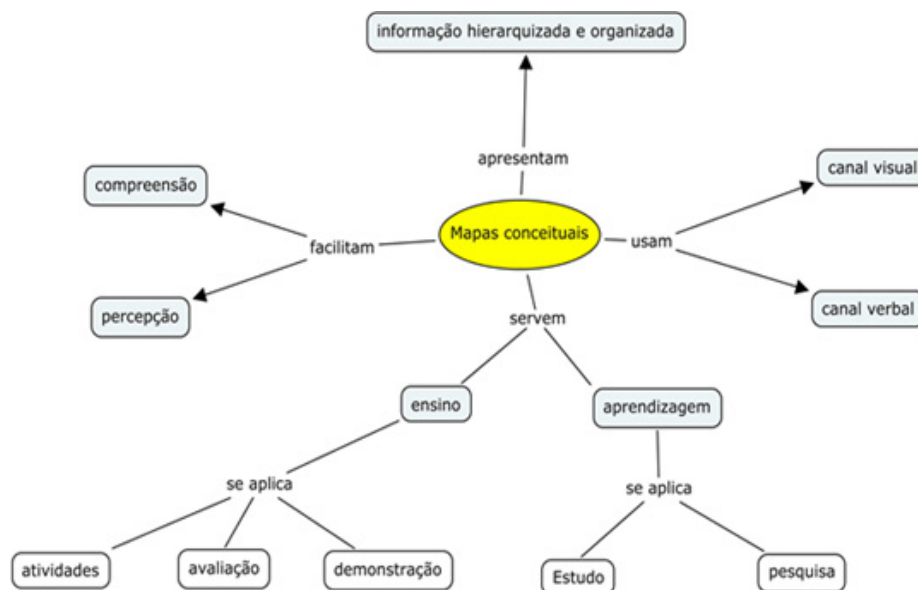
Leia com atenção o texto abaixo. Em seguida elabore um mapa conceitual a respeito do tema conservação da energia

O Mapa Conceitual é uma ferramenta para organizar e apresentar o conhecimento. Esse recurso é utilizado para representar graficamente relações significativas entre os conceitos de um determinado assunto. Durante o processo de construção de um mapa conceitual, o aluno exercita sua capacidade de estabelecer pontes entre os conhecimentos que já tem e os adquiridos no decorrer do processo de aprendizagem.

Para elaborar seu mapa conceitual você deverá:

- Identificar conceitos/palavras chave e ideias que foram mais significativas para você.
- No, mapa conceitual, os conceitos serão representados por você. Ao relacionar os conceitos/palavras-chave, você inclui frases de ligação, ou seja, proposição que vão criando o sentido conceitual. Dessa forma, ao estabelecer relações, o mapa irá se configurando.

Figura 6 - exemplo de mapa conceitual.

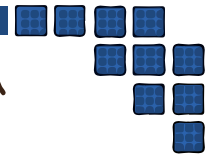


Fonte: autor.

Para a construção de mapas conceituais, podemos utilizar a ferramenta Cmap Tools.
(<<https://cmaptools.br/jaleco.com/download>>)



ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA



Os principais sistemas baseados no uso da energia transmitida à Terra pelo Sol para geração de eletricidade são: os sistemas fotovoltaicos autônomos, que efetuam a transformação da energia solar em elétrica diretamente e os sistemas termossolares, em que a energia solar é usada para produzir o vapor que acionará uma termelétrica ou uma máquina (motor Stirling, por exemplo) a vapor.

Em todos os casos, a grandeza básica para o aproveitamento da energia solar é a radiação solar incidente no sistema de geração de eletricidade. A transmissão da energia do Sol para a Terra se dá pela radiação eletromagnética de ondas curtas, pois 97% da radiação solar está contida entre comprimentos de onda que variam entre 0,3 e 3,0 μm . A radiação solar é o fluxo de energia emitido pelo Sol e transmitido sob a forma de radiação eletromagnética.

O Efeito fotovoltaico

A transformação da energia contida na radiação luminosa em energia elétrica é um fenômeno físico conhecido como efeito fotovoltaico. Observado primeiramente pelo físico francês Edmond Becquerel em 1839, o efeito fotovoltaico ocorre em certos materiais semicondutores com capacidade de absorver a energia contida nos fótons presentes na radiação luminosa incidente, transformando-a em eletricidade. A energia absorvida por esses materiais quebra as ligações químicas entre as moléculas presentes em suas estruturas. Com isso, cargas elétricas são liberadas e podem ser utilizadas para realização de trabalho (BUHLER, 2011).

Nessa situação, a corrente associada ao fluxo de elétrons e lacunas compensa a corrente original pelo campo elétrico, levando o semicondutor a um estado de equilíbrio elétrico, tal, como mostra a figura 7.



Figura 7 - Junção P-N.



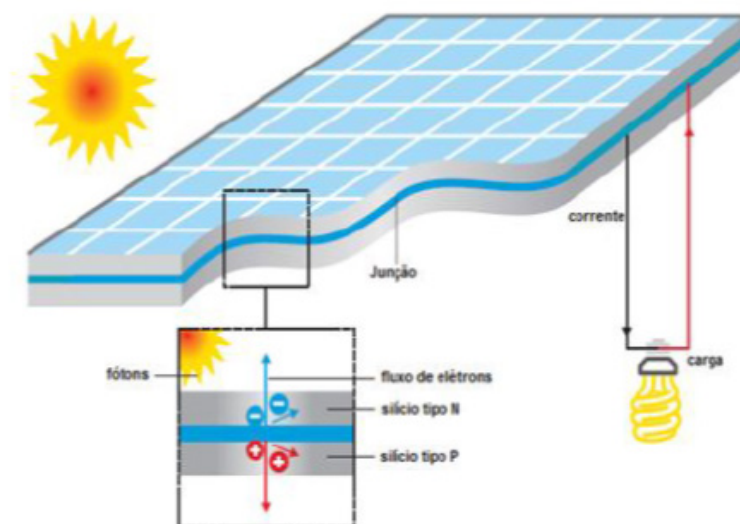
Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/3682876/>

Quando o semicondutor é iluminado, esse estado de equilíbrio é quebrado. Quando um elétron da banda de valência é atingido por um fóton, ele absorve a energia deste e, se essa energia for suficiente para libertá-lo de sua ligação química, ele passa para a banda de condução, criando um par elétron-lacuna. O campo elétrico criado anteriormente atrai o elétron para a região n ao mesmo tempo que a lacuna é atraída para a região p.

Com a incidência de mais fótons, mais pares elétron-lacuna são formados e separados pelo campo, ocorrendo assim, um desequilíbrio nas correntes da junção e o estabelecimento de uma diferença de potencial decorrente do acúmulo de portadores de carga em cada lado da junção (elétrons na região n e lacunas na região p). Se em cada lado da junção forem conectados terminais metálicos e estes forem interligados por um condutor, estabelece-se uma corrente elétrica chamada de fotocorrente, a qual estará presente enquanto houver radiação solar incidindo no semicondutor. A figura 7 ilustra o processo de conversão fotovoltaica com o aproveitamento da corrente fotogerada. (SWART, 2008).



Figura 8 - Representação do processo de conversão fotovoltaica.



Fonte: IEA (Agência Internacional de Energia).

Por tanto, o efeito fotovoltaico ocorre quando a célula é exposta à radiação solar e o aproveitamento desse efeito é consolidado por meio do campo elétrico da junção p-n e de um circuito elétrico externo. Se a célula não estiver conectada a nenhuma carga, aparecerá em seus terminais, quando iluminada, uma tensão chamada de tensão de circuito aberto. Por outro lado, se a célula estiver conectada a uma carga, haverá circulação de corrente no circuito formado entre a carga e a célula.

Não há razão para acreditar que o uso de sistemas fotovoltaicos em larga escala implicará grandes danos ao meio ambiente se todos os cuidados forem tomados antecipadamente. Na verdade, os maiores problemas se encontram na produção das células; impactos significativos na aplicação não são esperados. Esses impactos na produção seriam mais importantes numa análise de ciclo de vida ou numa comparação mais ampla de tecnologias de geração, que englobasse também o impacto da produção dos equipamentos (turbinas e geradores nas hidrelétricas; turbinas, geradores e caldeiras nas termelétricas).



ESTRATÉGIAS PARA ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO 2

Situação problema: *como avaliar as características elétricas de uma placa fotovoltaica?*

Atividade de sistematização: *apresentação dos resultados (atividade 3) para discussão e socialização das respostas.*

Atividade de contextualização: *debate envolvendo os grupos, e suas experiências como o tema e seus conhecimentos adquiridos na atividade experimental.*

Atividade de avaliação: *atividade 3 (questões), atividade 4 (mapa conceitual).*

No quadro 2 estão dispostos os principais conceitos explorados nesta sequência de ensino investigativa.

Quadro 2 - Conceitos explorados no experimento.

Campo Conceitual-Energia	
Conceitos Fundamentais	Subconceitos
Geração de energia	Energia renovável
	Conversão de Energia
	Eficiência energética
Elementos de circuito elétricos	Circuito elétricos
	Geradores e Receptores
	Semicondutores
Efeito fotovoltaico	Radiação
	Fóton
	Efeito fotovoltaico

Fonte: autor.



SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA 02 O EFEITO FOTOVOLTAICO

Investigação 1 - Tensão de circuito aberto

Para esta atividade você vai precisar de:

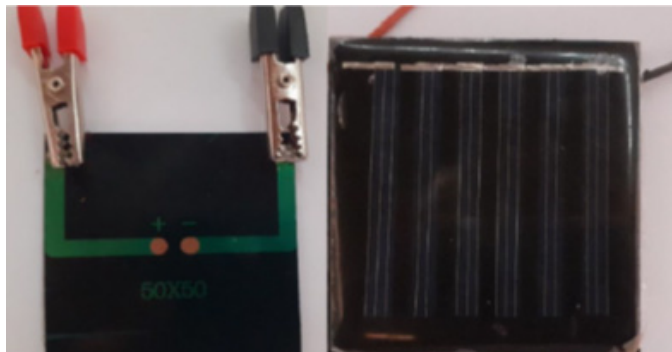
- Mini-placa solar
- Multímetro

O objetivo desta atividade é medir a tensão de circuito aberto através da placa.

1º Passo: usando o cabo vermelho, conecte o terminal positivo do medidor ao terminal positivo da célula solar.

2º Passo: use o cabo preto para conectar o terminal comum (COM) do medidor ao terminal negativo da célula solar (figura 9).

Figura 9 - Conexões na mini-placa.



Fonte: autor.

3º Passo: meça a tensão de circuito aberto (V_{oc}) através da célula solar.

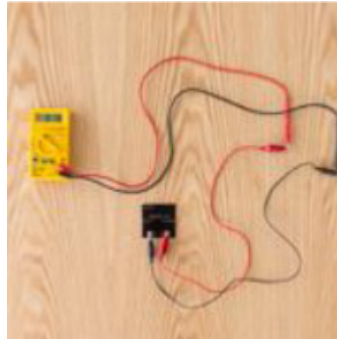
$$V_{oc} =$$

Comentário: Essa é a tensão quando nenhuma corrente está fluindo pela célula. Como nenhuma corrente flui através de um voltímetro perfeito, um voltímetro mede a voltagem do circuito aberto.



4º Passo: Vire a célula solar (figura 10) e observe o que acontece com a leitura do medidor. Em nossa configuração, a leitura mostra o que acontece quando quase nenhuma luz atinge os coletores.

Figura 10 - Conexão multímetro-placa.



Fonte: (EXPLORATORIUM¹, 2018).

Investigação 2 - Corrente de curto-circuito

Aqui vamos utilizar a mesma configuração de circuito da investigação 1

A segunda investigação é voltada para leitura da corrente de curto-circuito I_{SC} da placa quando iluminada por uma fonte.

5º Passo: vire a célula solar com a face voltada para cima novamente para que a luz a atinja diretamente e ajuste o medidor para “DC amperes” em uma escala que medirá alguns amperes de corrente elétrica.

Observe o I_{SC} através da célula solar.

$$I_{SC} =$$

Observação: a corrente máxima que uma célula solar pode produzir ocorre quando um fio é conectado através dos terminais. Isso é chamado de corrente de curto-circuito ou I_{SC} . Como um fio, um amperímetro tem resistência muito baixa, então registra uma medição similar a um curto-circuito.

¹ Disponível em: < <https://www.exploratorium.edu/snacks/output-solar-cell> > Acesso em: 22 de set. 2018.

Investigação 3-Conectando a placa uma carga

Aqui você irá precisar dos seguintes materiais

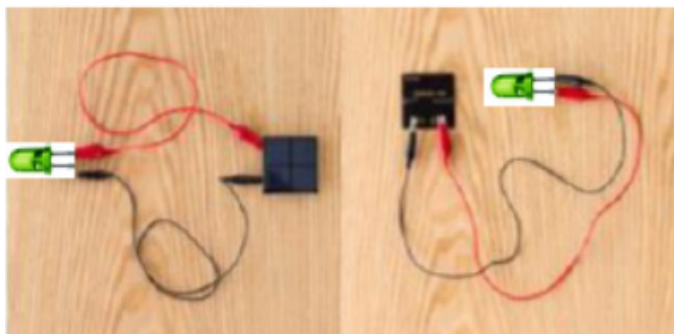
- Mini-placa solar
- Luz solar ou uma lanterna.
- Leds
- Multímetro
- 4 cabos tipo garra jacaré: dois vermelhos, dois pretos
- Régua milimetrada.

6º Passo: conecte os dois terminais da célula solar aos dois terminais do led. (as figuras abaixo mostram a frente e o verso da célula solar para que você possa ver as conexões.) Vire a célula solar para cima e observe o brilho do led quando a placa está sendo iluminada.

7º Passo: Incline a célula solar para maximizar o brilho do led e, em seguida, incline-a para longe da orientação máxima. (Cuidado para não sombrear a célula solar enquanto a segura).

Observe que o brilho do led é maior quando a célula solar é orientada perpendicularmente a uma linha que vai do sol até a célula solar.

Figura 11 - Conexões mini-placa-led.



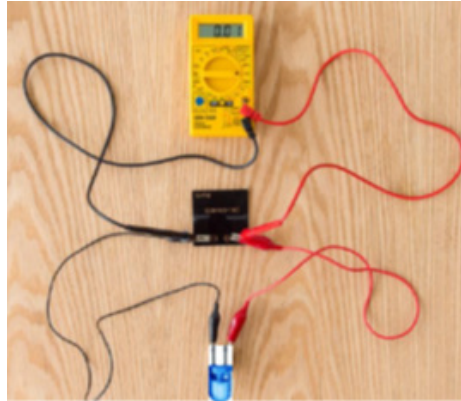
Fonte: (EXPLORATORIUM, 2018).



8º Passo: meça a tensão através do led enquanto ele opera no brilho máximo conectando o medidor como você fez na Investigação 1 enquanto deixa o led conectado. Essa matriz de conexões é chamada de circuito paralelo (figura 12).

$$V=$$

Figura 12 - Circuito em paralelo.

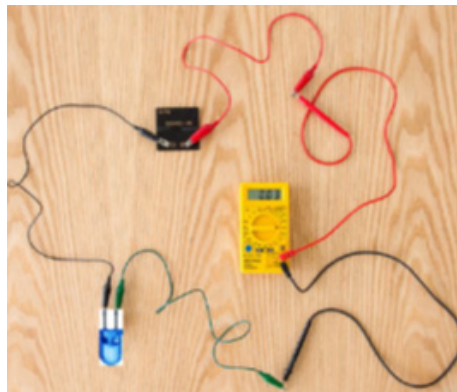


Fonte: (EXPLORATORIUM, 2018).

9º Passo: configure o multímetro para medir a corrente e conecte-o em um único loop com o led e a célula solar (figura 13). Este arranjo é referido como tendo o medidor em série.

$$I=$$

Figura 13 - Circuito em série.



Fonte: (EXPLORATORIUM, 2018).

Calculando a potência de uma célula solar

A potência de uma célula solar é o produto da voltagem através da célula solar vezes a corrente através da célula solar. Veja como calcular a potência que a célula solar fornece ao led:

A potência máxima teórica da nossa célula solar, $P_{máx}$ é o produto do V_{OC} e I_{SC} .

$$P_{máx} = V_{OC} \cdot I_{SC} =$$



A potência real, P_{Real} fornecida pela célula solar ao led, na prática, é igual à tensão através do led, V , vezes a corrente através do led, I .

$$P_{Real} = V \cdot I =$$

Calculando a eficiência da célula solar

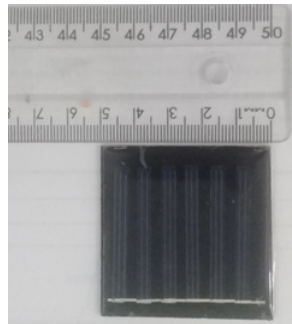
A eficiência da célula solar é definida como a razão entre a máxima potência elétrica gerada pelo dispositivo e a potência nele incidente. Você pode usar a estimativa para a potência máxima teórica para calcular a eficiência teórica máxima, $\eta_{m\acute{a}x}$, da célula solar.

Veja como calcular a eficiência da célula solar usando o sol:

10º passo: calcule a energia solar que chega à célula solar multiplicando a intensidade do Sol (irradiância solar) pela área da célula solar. A intensidade solar, S_p , sobre uma determinada área na superfície Terrestre é de aproximadamente 1.000 watts/m².

11º passo: use uma régua para medir a área A , da sua célula solar (figura 14).

Figura 14 - medindo a área da mini-placa.



Fonte: autor.

Exemplo: a célula nesta experiência possui lados de 5 cm.

$$A = 5\text{cm} \times 5\text{cm} = 25\text{cm}^2 = 0,0025\text{m}^2$$

A potência solar, P_S , interceptada por uma célula desse tamanho é:

$$P_S = S_p \times A = 1000\text{W/m}^2 \times 0,0025 \text{ m}^2 = 2,5 \text{ W}$$

12º Passo: calcule a eficiência teórica máxima, $\eta_{m\acute{a}x}$, da célula solar.

$$\eta_{m\acute{a}x} = \frac{P_{m\acute{a}x}}{P_S} = \frac{\quad}{2,5 \text{ W}}$$

13º Passo: calcule a eficiência real η_{Real} da célula solar ao fornecer energia ao led:

$$\eta_{Real} = \frac{P_{Real}}{P_S} = \frac{\quad}{2,5 \text{ W}}$$



Atividade 03 - Questões

1 - Explique de que forma ocorre a conversão de energia ocorre nesse sistema (mini-placa -led)?

2 - Como se caracteriza o efeito físico relacionado com a natureza desse fenômeno?

3 - O que representa cada valor medido?

4 - Quais fatores influenciam no desempenho da mini placa?



CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DE UMA PLACA FOTOVOLTAICA

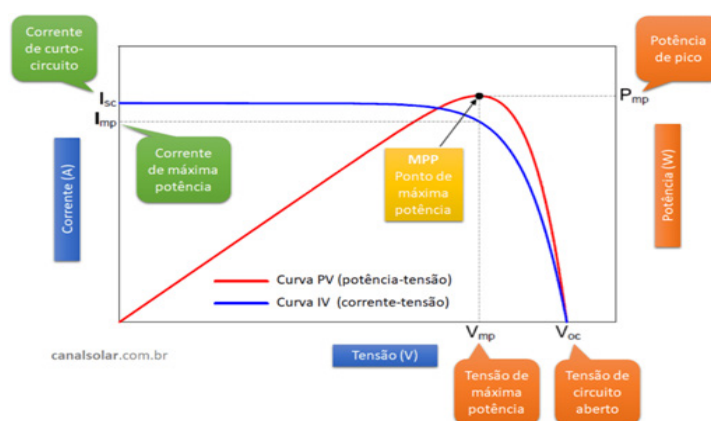
As características elétricas mais importantes de um módulo fotovoltaico, assim como em qualquer gerador elétrico, são a potência nominal, a tensão e a corrente. O valor da máxima potência de um módulo sob as condições padrão de teste (ou STC, do inglês *Standard Test Conditions*) é fornecido pelo fabricante como informação da placa. As condições padrão de teste (ou condições de referência) são definidas para valores de 1.000 W/m^2 de irradiância, 25°C de temperatura de célula e $AM = 1,5$ para a massa de ar². A máxima potência (P_{mp}) de um módulo fotovoltaico, dada em watt-pico (Wp), é atingida quando se obtém a corrente máxima de potência (I_{mp}) e tensão máxima de potência (V_{mp}). Outros parâmetros de suma importância são a corrente de curto-circuito (I_{sc} - *short circuit current*), obtida da aferição da corrente do módulo quando o mesmo está em curto-circuito, e a tensão de circuito aberto (V_{oc} - *open circuit voltage*), obtida da aferição da tensão do módulo quando o mesmo não apresenta carga.

A curva característica

Do ponto de vista prático, para um profissional na área de sistemas fotovoltaicos, a parte útil da curva $I-V$ é a que produz energia elétrica. Com relação à figura 15, percebe-se isso não ocorre no ponto de tensão de circuito aberto ($0, V_{oc}$) e nem no ponto de curto-circuito ($I_{sc}, 0$). Nesses pontos não se produz nenhuma potência.

A curva característica corrente versus tensão é definida como a "representação dos valores da corrente de saída de um conversor fotovoltaico em função da tensão, para condições preestabelecidas de temperatura e radiação". A partir da curva $I-V$, determinada sob as condições padrão de teste (ou STC), de uma célula ou módulo fotovoltaico, obtêm-se os principais parâmetros que determinam sua qualidade e desempenho, entre eles I_{sc} , V_{oc} , V_{mp} , I_{mp} e P_{mp} .

Figura 15 - Curva característica- $I-V$, curva de potência ($P-V$).



Fonte: <https://www.heliusenergy.com.br/entendendo-as-curvas-iv-e-pv-dos-modulos-fotovoltaicos/>

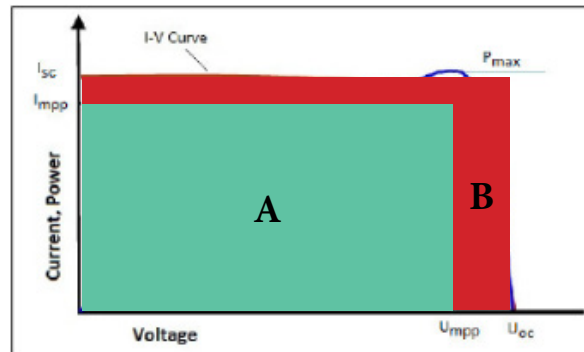
² Massa de Ar = 1.5. Este número é difícil de medir, uma vez que se refere à quantidade de luz que tem que passar pela atmosfera terrestre antes que possa bater a superfície da Terra, e tem a ver principalmente com o ângulo do sol em relação a um ponto de referência sobre a terra.

O fator de forma FF

Outro conceito importante adotado na concepção da tecnologia fotovoltaica e que deve ser esclarecido diz respeito ao fator de forma *FF* (do inglês *fill factor*). Essa figura 16 de mérito define o quão próximo à curva *I-V* está da idealidade, ou seja, do retângulo formado com vértices em V_{OC} e I_{SC} .

Na figura 16 em destaque o retângulo, representa graficamente o *FF* da figura 14.

Figura 16 - Fator de Forma em destaque no retângulo.



Fonte: autor.

O *FF* depende muito das características de construção da célula (tipo de semicondutores, dopagem, conexão etc.), uma vez que este fator é sensível às resistências série e paralelo da célula, as quais são as responsáveis por tornar a curva *I-V* com características menos retangular. Valores típicos do *FF* são de 0,6 a 0,85 para células monocristalinas e de 0,5 a 0,6 para as de silício amorfo. Matematicamente, esse fator é dado pela equação

$$FF = \frac{I_{mp} \cdot V_{mp}}{I_{sc} \cdot V_{oc}}$$

Assim *FF*, também conhecido como fator de preenchimento, é um parâmetro que, juntamente com V_{OC} e I_{SC} , determina máxima potência do módulo fotovoltaico. Matematicamente é definido como a razão entre a potência máxima e o produto da corrente de curto-circuito e da tensão de circuito aberto. Graficamente, o fator de forma de preenchimento pode ser definido pela razão entre as áreas dos retângulos A e B da figura 15. O fator de preenchimento ideal seria aquele com área A e B iguais. O fator de forma é chamado assim por causa da relação com a curva característica. Quanto maior for o valor de *FF* mais a curva se aproxima de retângulo. Idealmente se o ponto da potência máxima fosse igual ao produto $V_{OC} \cdot I_{SC}$ o valor de *FF* seria igual a 1 e a curva exatamente um retângulo. Fisicamente o fator de forma é a variação das características elétricas *I* e *V* em função das perdas resistivas das ligações em série e paralelo das células, por diversos motivos, principalmente por causa da temperatura de operação das células e da irradiação solar.



A eficiência de conversão

Como qualquer fonte de energia elétrica, as células fotovoltaicas não têm a capacidade de transformar toda a energia incidente em eletricidade, por causa das limitações da tecnologia e das perdas inerentes ao processo. A eficiência de conversão de energia é o parâmetro mais importante das células fotovoltaicas e é definida como a razão entre a máxima potência elétrica gerada pelo dispositivo e a potência nele incidente.

Esse último parâmetro depende exclusivamente do espectro da luz incidente no plano da célula. Algebricamente, a eficiência pode ser vista como:

$$\eta = \frac{P_{Gerada}}{P_{incidente}} = \frac{FF \cdot V_{OC} \cdot I_{SC}}{P_{incidente}}$$

Os painéis fotovoltaicos são classificados por sua energia, relacionada à transformação da energia luminosa em energia elétrica.

Quadro 3 - Resumo das características elétricas da placa.

V_{OC} - Tensão de circuito aberto	Se a placa não estiver conectada a nenhuma carga
I_{SC} - Corrente de curto-circuito	Máxima intensidade de corrente elétrica que pode atravessar um gerador
P_{mp} - Ponto de máxima potência	Onde ocorre a máxima transferência de potência da célula para a carga
I_{mp} - Corrente de máxima potência	É a corrente que o módulo fornece quando opera no seu ponto de máxima potência.
V_{mp} - Tensão de máxima potência	É a tensão que o módulo apresenta nos seus terminais quando opera no seu ponto de máxima potência.
I_{op} - Corrente de operação	Corrente que circula quando a placa está conectada a uma carga.
V_{op} - Tensão de operação	Tensão quando a placa está conectada a uma carga.
$FF = \frac{V_{mp} \cdot I_{mp}}{I_{SC} \cdot V_{OC}} = \text{Fator de forma}$	Define o quão próximo à curva I-V está da idealidade.
$\eta = \frac{P_{Gerada}}{P_{incidente}} = \frac{FF \cdot I_{SC} \cdot V_{OC}}{P_{incidente}} = \text{eficiência}$	Definida como a razão entre a máxima potência elétrica gerada pelo dispositivo e a potência nele incidente.

Fonte: autor.



CARREGAMENTO DE UMA BATERIA ATRAVÉS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Aqui você irá precisar dos seguintes materiais para a realização deste experimento:

Figura 17 - Materiais utilizados (P-V).

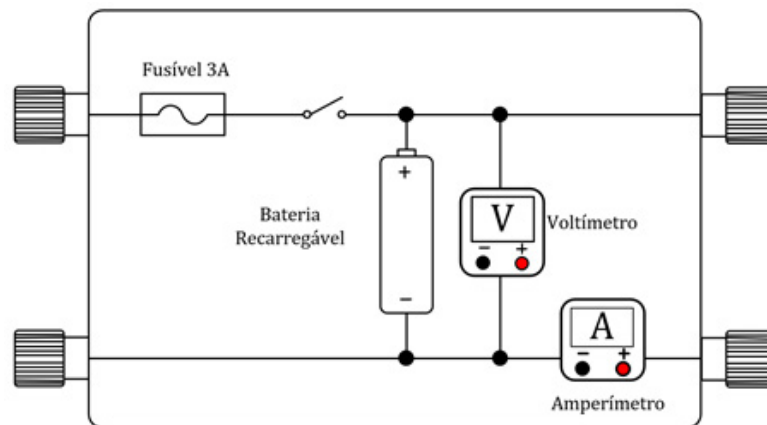
- Uma placa fotovoltaica de 5W
- Um voltímetro e amperímetro digital DC 100 V-10A
- Bateria de lítio de 3,7V/3000mA/h
- Caixa para componentes eletrônicos
- Uma bateria de 9V.



Fonte: autor.

A montagem do material foi realizada da seguinte forma: na caixa foi instalado o voltímetro e amperímetro digital DC, um fusível e uma bateria. Também foi colocada uma pequena chave para o controle de carga e descarga da bateria (figura 18). A bateria de 9V é utilizada para alimentação do voltímetro e amperímetro digital DC 100V- 10A.

Figura 18 - Caixa 1-bateria e Medidores.



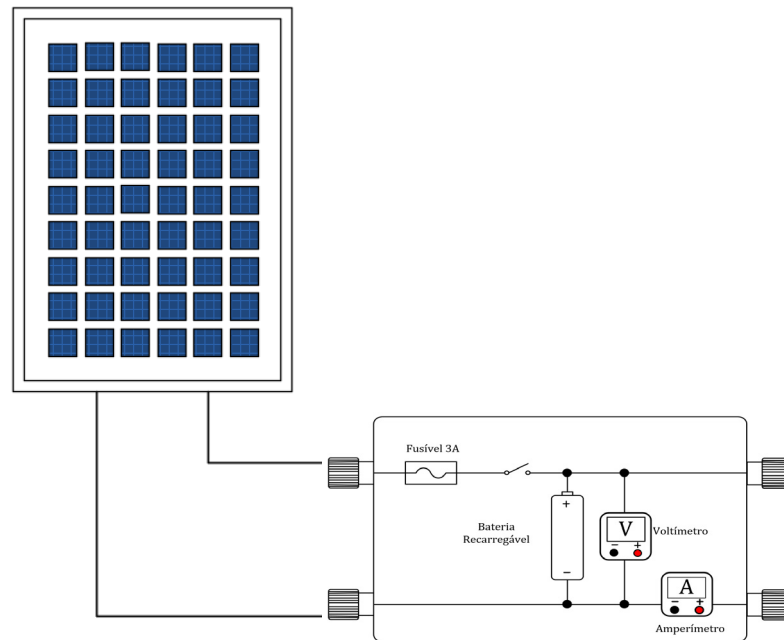
Fonte: Watson Oliveira.



Procedimentos

1º Passo: conecte a placa solar de 5W nos bornes da caixa (veja figura 19).

Figura 19 - Conexão Placa-caixa 1.



Fonte: Watson Oliveira.

2º Passo: coloque a placa sob a luz solar ou artificial.

3º Passo: ligue a chave na posição de carregamento.

4º Passo: aguarde alguns minutos para o carregamento parcial da bateria.

5º Passo: observe e registre os valores da tensão e da corrente elétrica mostrados no display.

6º Passo: desligue a chave para interromper o carregamento e coloque a chave na posição de descarregamento.

7º Passo: observe e registre os valores da tensão e da corrente elétrica mostrados no display.



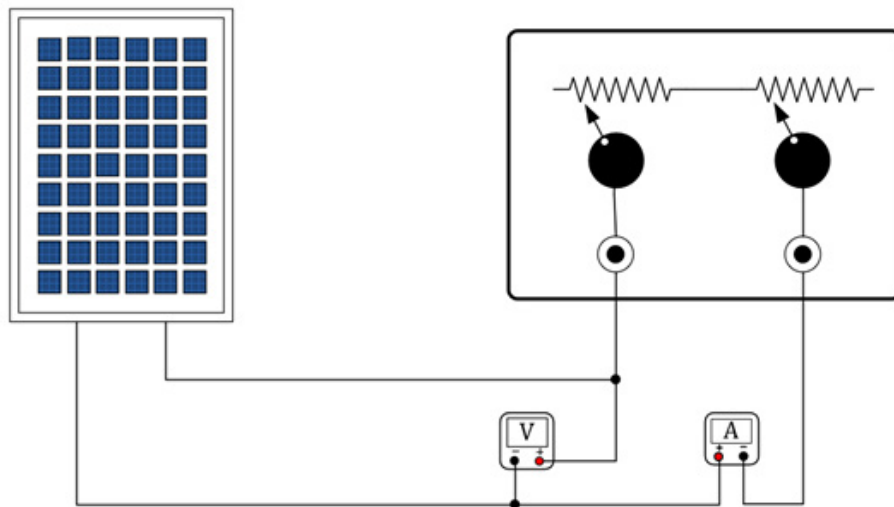
CONSTRUINDO UM GRÁFICO DA CURVA CARACTERÍSTICA DE UMA PLACA FOTOVOLTAICA

Para a realização deste experimento os seguintes materiais foram utilizados:

- Uma placa fotovoltaica de 5W
- Um voltímetro e amperímetro digital DC 100 V-10A
- Dois potenciômetros de fio de 5k Ω .
- Caixa para componentes eletrônicos.
- Dois knobs (botões)

A montagem do material foi realizada da seguinte forma: na caixa foi instalado dois potenciômetros de fio de 5k Ω conectados como na figura 20. O voltímetro e amperímetro digital DC foi instalado de modo a fazer os registros de tensão e corrente durante a realização do experimento.

Figura 20 - Montagem do circuito.



Fonte: Watson Oliveira.



Procedimentos

1º Passo: coloque os potenciômetros na posição mínima.

2º Passo: com os potenciômetros do reostato na posição mínima faça a leitura da corrente de curto-circuito.

$$I_{sc} =$$

3º Passo: calcule os valores da potência e da resistência da carga na saída do painel.

$$P_{saída} =$$

$$R_{saída} =$$

4º Passo: varie o reostato e complete a tabela com os valores de corrente e de tensão observados para cada variação.

Quadro 4 - Conceitos explorados no experimento.

Valores medidos		Valores Calculados	
Tensão (V)	Corrente (A)	Resistência (Ω)	Potência (W)

5º Passo: varie o reostato até o final dos dois potenciômetros. Meça a tensão de circuito aberto e anote.

$$V_{oc} =$$

6º Passo: com os dados da tabela, construa um gráfico $I - V$ (corrente versus tensão). Determine o ponto de potência máxima e coloque este ponto no gráfico. Determine a tensão de potência máxima e corrente de potência máxima.



7º Passo: calcule o fator de forma do painel.

$$FF = \frac{I_{mp} \cdot V_{mp}}{I_{SC} \cdot V_{OC}} =$$

8º Passo: calcule a área de incidência da placa.

9º Passo: calcule a eficiência do painel utilizando a equação abaixo:

$$\eta = \frac{P_{Gerada}}{P_{incidente}} = \frac{FF \cdot V_{OC} \cdot I_{SC}}{P_{incidente}} =$$

ou

$$\eta = \frac{P_{Gerada}}{P_{incidente}} = \left(\frac{P_{mp}}{S_I \cdot A} \right) \cdot 100\% =$$

10º Passo: Explique a relação entre a eficiência da placa e o fator de forma.

S_I - irradiância solar

A irradiância pode ser estimada de acordo com o tipo de lâmpada utilizada.

<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=publicacoes&task=livro&cid=2>



Atividade 04 - Questões

1 - Como poderemos determinar os valores da energia convertida?

2 - Quais grandezas elétricas estão envolvidas no sistema do experimento? E como elas se relacionam?

3 - De que conhecimentos precisamos para compreender o processo de conversão de energia do sistema considerado no experimento?

4 - Identifique os fatores que influenciam no desempenho do painel.



5 - Quais são as vantagens de utilizar um acumulador?

6 - Explique de que maneira podemos determinar a eficiência do painel?

7 - Como podemos avaliar a perda de energia durante o processo de conversão no sistema do experimento?

Atividade 05 - Construindo mapa conceitual

Construa um mapa conceitual a respeito do tema energia solar fotovoltaica.

Seguir as instruções da atividade 02.



REFERÊNCIAS

BENEDITO, R.S. **Caracterização da Geração Distribuída de eletricidade por meio de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à rede no Brasil, sob os aspectos técnicos, econômicos e regulatório/2009**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo, 2009.

BRASIL, A. S. D. Centro de referência para as energias Solar e Eólica Sérgio S. Brito-CRESESB. **Centro de referência para as energias Solar e Eólica Sérgio S. Brito**. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=publicacoes&task=livro&cid=2>>. Acesso em: 09/08/2019. Agosto 2019.

BUHLER A. J. **Estudo de técnicas de determinação experimental e pós processamento de curvas características de módulos fotovoltaicos**. (Tese de Doutorado). UFRGS. RS. 2011.

CARVALHO, A.M.P. O ensino de ciências e a proposição de sequencias de ensino investigativa. In: Carvalho, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo, Cengage Learning. 2013.

GRINGS, Edi Terezinha de.; CABELLERO, Concesa.; MOREIRA, Marco Antônio. Possíveis indicadores de invariantes operatórios apresentados por estudantes em conceitos da termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 463-471, (2006)

LIMA, Melina Silva de; SANTOS, José Vicente Cardoso. **A teoria dos Campos Conceituais e o ensino de Cálculo**. Curitiba-PR. Annris. 2015.

MOREIRA, M. A (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e A pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências** – V7(1), pp. 7-29, 2002.

PLAISANCE, E.; VERGNAUD, G. **As ciências da Educação. Tradução de Nadyr de Salles Pentead e Odila Aparecida de Queiroz**. São Paulo: Edições Loyola, 2003.

REIS, Lineu bélico dos. **Geração de energia elétrica**. 2ªed. Barueri, São Paulo, Manole, 2011.

SWART J. W. **Semicondutores: Fundamentos, Técnicas e Aplicações**. Ed. UNICAMP, 2008.

VERGNAUD, G. La théorie des champs concptuels. **Récherches em idactique des Mathématiques**, 10 (23), 1990, 133-170p.

VERGNAUD, G. Multiplicative conceptual field: what and why? In Guershon, H. and Confrey, J. (1994). (Eds) **Tha development of multiplicative reasoning in the leaning of mathematics**. Albany, N.Y.: State University of New York Press, 1994. 41-59p.

VERGNAUD, Gérard. **A criança, a matemática e a realidade**. Edição revisada. UFPR, 2011.



APÊNDICE A

Como consultar a irradiação solar da sua cidade



Como consultar a irradiação solar da sua cidade

1º Passo:

Abra seu navegador e acesse o site do CRESEB no link <http://www.cresesb.cepel.br/>.

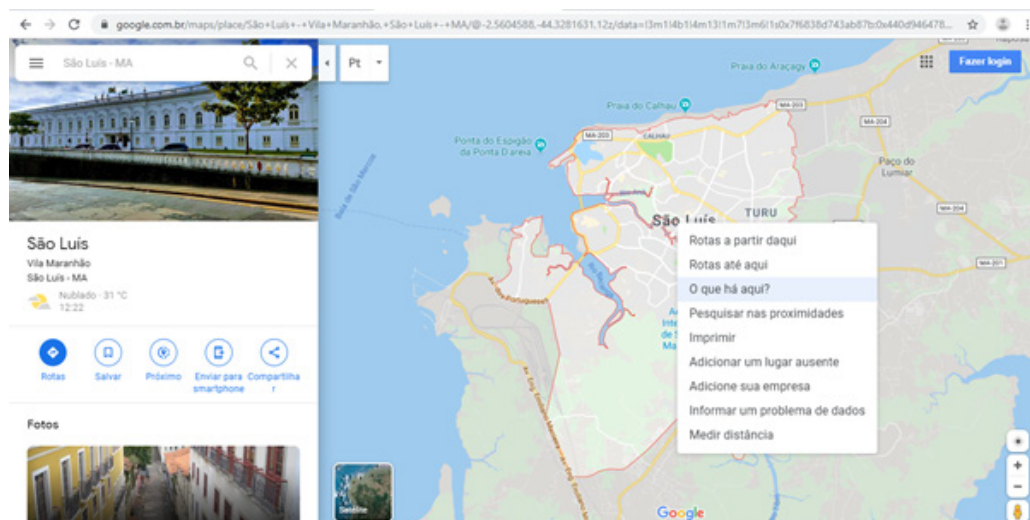
2º Passo:

Na página do CRESEB do lado esquerdo, clique em potencial energético (potencial solar).



3º Passo:

para acessar os dados solarimétricos da sua cidade, é preciso informar no site, as coordenadas geográficas. Para encontrar as coordenadas geográficas, abra uma nova página e acesse o site do google map no link: <https://www.google.com.br/maps>



COMO CONSULTAR A IRRADIAÇÃO SOLAR DA SUA CIDADE

4º Passo:

Digite sua localidade (o endereço) e com o botão direito, clique no nome da cidade e depois onde diz: “o que há aqui?”. Você terá acesso às informações de latitude e longitude de sua cidade.

5º Passo:

Volte a página do CRESEB (2º passo), e informe no site as coordenadas geográficas de latitude e longitude da sua cidade e clique em buscar. Com isso, você terá acesso ao banco de dados do CRESEB.

