

ENSINO DE ENERGIA SOLAR E EFEITO FOTOVOLTAICO NO ENSINO MÉDIO

PRODUTO EDUCACIONAL

Este produto educacional foi elaborado com o propósito de auxiliar o professor que deseja abordar temas como energias renováveis, energia solar, efeito fotovoltaico e placas solares. Utilizando-se de recursos experimentais e computacionais, é possível criar uma aula atrativa que aborde temas científicos e tecnológicos.

Com a nova disposição curricular das escolas estaduais de São Paulo e a implantação das disciplinas do INOVA, principalmente as eletivas, onde o professor é responsável por elaborar um curso que possa ser aplicado durante um semestre, este projeto de ensino pode ser utilizado com alunos do ensino médio.

Com o objetivo de auxiliar o professor de física do ensino médio, o trabalho apresenta uma breve contextualização conceitual e roteiros utilizando recursos educacionais computacionais e experimentais que podem ser inseridos em sua prática pedagógica no ensino de recursos energéticos e funcionamento das placas fotovoltaicas.

I. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO

O cronograma apresentado é uma proposta, que pode ser adequada pelo professor às características de sua comunidade escolar. Nesta previsão, a sequência didática pode ser desenvolvida durante três meses (doze semanas de aula) ou 24 aulas. Levando em consideração que a disciplina eletiva precisa de 4 semanas para seu levantamento e implantação, este projeto está adequado ao

cronograma escolar. O projeto é dividido em 6 etapas, conforme descrito na Tabela A1 que descreve o cronograma de aplicação:

Etapa 01	Fontes de Energia e Diagnóstico Socioambiental: conhecendo a percepção dos jovens, o entorno e outros contextos
Etapa 02	Conhecendo os painéis fotovoltaicos: benefícios econômicos, ambientais e sociais
Etapa 03	Compreendendo o efeito fotovoltaico
Etapa 04	Atividades Experimentais
Etapa 05	Dimensionando o uso de painéis solares em uma residência
Etapa 06	Avaliação

Tabela A - 1 - Cronograma de aplicação

I.1 Etapa 01 – Fontes de Energia e Diagnóstico Socioambiental: conhecendo a percepção dos jovens, o entorno e outros contextos

01 aula	Apresentação dos objetivos, da justificativa e formas de avaliação do projeto. Atividade inicial diagnóstica envolvendo as concepções sobre energia solar.
5 aulas	Apresentação das diversas fontes de energia suas vantagens e desvantagens; Conhecendo o Sol – atividade de coleta de dados sobre aspectos físicos da estrela; Registrar a presença de placas solares no entorno escolar Apresentação dos registros encontrados e os impactos esperados em sua utilização

I.2 Etapa 02 - Conhecendo os painéis fotovoltaicos: benefícios econômicos, ambientais e sociais

2 aulas Apresentação dos diversos usos dos painéis solares
Impactos econômicos, ambientais e sociais de sua utilização

I.3. Etapa 03 - Compreendendo o efeito fotovoltaico

3 aulas Aula conceitual sobre semicondutores e efeito fotovoltaico
Atividade realizada em um simulador educacional PHET

I.4 Etapa 04 - Atividades Experimentais

10 aulas Atividade 01 – Encontrando a eficiência energética de um painel solar
Atividade 02 – Utilização de filtros coloridos nas placas fotovoltaicas
Atividade 03 – Construção de um painel solar caseiro utilizando LEDs
Atividade 04 – Aprendendo com kits pedagógicos

I.5 Etapa 5 – Dimensionando o uso de painéis fotovoltaicos para uma residência

01 aula Encontrar a quantidade de painéis fotovoltaicos necessários para fornecer energia elétrica para uma residência

I.6 Etapa 06 - Avaliação

2 aulas Exposição dos protótipos da célula solar caseira
Entrega do relatório final
Devolutiva e Autoavaliação

I.7 EMENTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

PLANO COMPLETO	
Título	Conhecendo a energia do futuro!
Professor	
Ementa	
<p>Disciplina específica: Física – 3ºAno do ensino médio – carga horária: 24 aulas</p> <p>De caráter teórico-prático, este projeto pretende aprofundar o conhecimento sobre energia solar, sua conversão em energia elétrica e suas aplicações de tal modo que os alunos sejam mobilizados em suas atitudes e condutas para adquirir e desenvolver habilidades que lhes permitam compreender a importância da utilização de energia limpa. O projeto oferece uma série de atividades para entender o funcionamento de uma placa fotovoltaica. Para isso é necessário conhecer a natureza da luz solar e os materiais semicondutores utilizados na fabricação delas.</p>	
Justificativas	
<p>O uso de energia renovável em nossa sociedade está em ascensão devido aos benefícios relacionados ao seu uso. É de suma importância que o assunto esteja inserido no currículo do ensino médio para que sua divulgação ocorra de forma assertiva que garanta um posicionamento correto dos cidadãos quanto à sua utilização.</p> <p>A aprendizagem significativa pode ser obtida, utilizando-se de metodologias ativas. Segundo Ausubel ninguém é uma tabula rasa e que através das conexões entre experiências anteriores e novas informações é que se forma a aprendizagem significativa, cabe ao professor então entender o pensamento do aluno para identificar elementos que possam servir de âncoras em sua estrutura cognitiva. (Moreira, 1999)</p> <p>Ao propor os roteiros experimentais, espera-se que os alunos se sintam motivados e engajados no estudo dos conteúdos relacionados.</p>	
Objetivos	

Espera-se que os alunos ao final do projeto sejam capazes de compreender a importância da energia solar como fonte inesgotável e sustentável de energia, como ocorre sua produção dentro da estrela seu transporte em forma de ondas eletromagnéticas, a característica desta radiação e a interação da radiação com a matéria convertendo-se em energia elétrica.

Ao construir o protótipo da mini placa solar, o estudante terá contado com os métodos da investigação científica de tomada de dados, desenvolvimento de protótipos e soluções de problemas.

Com o projeto espera-se que o aluno seja capaz de compreender que o aproveitamento da energia solar pode ser utilizado para força motriz de vários equipamentos elétricos tanto domésticos quanto industriais.

Habilidades Desenvolvidas

Competências Específicas e Habilidades de Ciências e suas tecnologias¹:

Competência 01: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Habilidades:

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso

1 BNCC: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias-no-ensino-medio-competencias-especificas-e-habilidades>

cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.

(EM13CNT107) Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.

Competência 02: Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Habilidades:

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise

das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Competência 03: Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.

(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

Eixos Temáticos

Investigação científica

Processos criativos

Mediação e intervenção sociocultural

Empreendedorismo

Conteúdo Programático

Temas abordados ao longo do curso:

- Reação nuclear, formação de elementos químicos e liberação de energia;
- Radiação eletromagnética;
- Materiais semicondutores; dopagem, junção P-N;
- Efeito fotovoltaico;
- Eficiência Energética;
- Dimensionamento do consumo residencial de energia elétrica;

Metodologia

A metodologia ativa de ensino é a Aprendizagem baseada em projetos (ABP) que prioriza o papel protagonista do aluno.

Os alunos produzirão um diário de bordo com os temas e conteúdos estudados durante o período de aplicação do projeto. Suas anotações, tomadas de dados, pesquisas de campo e as justificativas encontradas.

Exposição de mini placas solares caseiras. Para divulgação das placas construídas os alunos deverão organizar a apresentação para a escola.

A avaliação do público ao término da apresentação será importante para a avaliação do projeto.

Recursos Didáticos

Roda de conversa;
Apresentações;
Análise de notícias;
Computador com acesso à internet para o uso dos simuladores virtuais;
Materiais elétricos para os roteiros experimentais: leds de alto brilho coloridos; bateria 9V; resistor 1000Ω; protoboard; multímetro; luminária com lâmpada de 100W; ferro de solda; estanho para solda; pedaço de plástico; fios elétricos; relógio digital; minicarrinhos solares;
Ambiente para exposição de trabalhos;

Culminância

Nesta etapa ocorre a divulgação dos painéis solares caseiros para toda a escola. Os alunos são responsáveis em organizar a sala colocando em exposição os trabalhos realizados durante a aplicação do projeto.

Avaliação

A avaliação consiste na vistoria dos diários de bordo de cada aluno, na dedicação ao projeto, nos registros e tratamentos de dados, na divulgação dos resultados obtidos, elaboração de hipóteses e soluções propostas.

Cronograma Semestral

Etapa 01 – Fontes de Energia e Diagnóstico Socioambiental: conhecendo a percepção dos jovens, o entorno e outros contextos

- 01 aula Apresentação dos objetivos, da justificativa e formas de avaliação do projeto.
Atividade inicial diagnóstica envolvendo as concepções sobre energia solar.
- 5 aulas Apresentação das diversas fontes de energia suas vantagens e desvantagens;

Conhecendo o Sol – atividade de coleta de dados sobre aspectos físicos da estrela;

Registrar a presença de placas solares no entorno escolar

Apresentação dos registros encontrados e os impactos esperados em sua utilização

Etapa 02 - Conhecendo os painéis fotovoltaicos: benefícios econômicos, ambientais e sociais

2 aulas Apresentação dos diversos usos dos painéis solares
Impactos econômicos, ambientais e sociais de sua utilização

Etapa 03 - Compreendendo o efeito fotovoltaico

3 aulas Aula conceitual sobre semicondutores e efeito fotovoltaico
Atividade realizada em um simulador educacional PHET

Etapa 04 - Atividades Experimentais

10 aulas Atividade 01 – Encontrando a eficiência energética de um painel solar
Atividade 02 – Utilização de filtros coloridos nas placas fotovoltaicas
Atividade 03 – Construção de um painel solar caseiro utilizando led's
Atividade 04 – Aprendendo com kit's pedagógicos

Etapa 5 – Dimensionando o uso de painéis fotovoltaicos para uma residência

01 aula Encontrar a quantidade de painéis fotovoltaicos necessários para fornecer energia elétrica para uma residência

Etapa 06 - Avaliação

2 aulas Exposição dos protótipos da célula solar caseira
Entrega do relatório final
Devolutiva e Autoavaliação

Referências

BENDER, W. N. Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação Diferenciada para o Século XXI. Tradução: Fernando de Siqueira Rodrigues. Porto Alegre: Penso, 2014. 159p

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular - BNCC. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>> Acesso em: 20 de abril de 2021.

ALVES, Esdras Garcia; DA SILVA, Andreza Fortini. Usando um LED como fonte de energia, Belo Horizonte: Física na Escola v. 9, n. 1, 2008, 3p.

MOREIRA, M. A. Teorias da Aprendizagem. São Paulo: EDU, 1999.

Helder F. Paula, Esdras Garcia Alves, Alfredo Luís Mateus; Belo Horizonte - Editora UFMG; 2011. Quântica para iniciantes: Investigações e Projetos

Thenorio, Iberê. "Faça Uma PLACA SOLAR Usando LEDs COMUNS!" *YouTube*, YouTube, 22 Apr. 2021, www.youtube.com/watch?v=bAtRZfjdb3s&t=44s.

<http://www.cresesb.cepel.br/>

https://phet.colorado.edu/pt_BR/

<https://www.cei.washington.edu/education/lesson-plans-resources/>

II. ROTEIRO PARA APLICAÇÃO DO PROJETO

Ao iniciar essa situação de aprendizagem, o professor deverá apresentar o projeto e conduzir uma roda de conversa sobre energia solar com seus alunos para acionar os conhecimentos prévios sobre o conteúdo.

Iremos integrar atividade experimentais e simulações computacionais no desenvolvimento deste projeto com o objetivo de estimular a aprendizagem sobre conversão de energia solar em energia elétrica.

II.1 ETAPA 01 - FONTES DE ENERGIA



Figura A - 1 Fontes de Energia

FONTE: https://c1.quickcachr.fotos.sapo.pt/i/be90415c3/6796020_jtCW4.jpeg

II.1.1 Problematização Inicial

Qual a necessidade de se investir em novas fontes de energia? Você consegue imaginar qual será o combustível do futuro? Você acredita que as decisões sobre recursos energéticos tomadas no presente podem influenciar o futuro do planeta?

+ Cite alguns benefícios da energia solar.

Espera-se que os alunos identifiquem as vantagens do uso da energia solar, como ser renovável, não poluente, possibilita a geração local e sua fonte é inesgotável.

+ Como a energia solar pode ser aproveitada?

Espera-se que os alunos respondam que o calor do sol pode ser absorvido diretamente no caso de aquecedores solares, e que por meio das placas fotovoltaicas ocorre a conversão direta de energia solar em energia elétrica.

Sabemos da importância do uso de energia limpa para o benefício do nosso meio ambiente. A energia proveniente dos combustíveis fósseis, além de não serem renováveis, contribuem para o aumento do efeito estufa ocasionando o problema do aquecimento global e questões geopolíticas de difícil solução.

Dentre as energias limpas a que mais se destaca é a energia solar devido ao seu alto potencial de captação e implantação.

A energia solar é proveniente de reações nucleares que ocorrem no núcleo da estrela. As estrelas são grandes “fábricas” de elementos químicos, nesse processo de produção há uma perda de energia que é dissipada na forma de luz e calor.

Devido à enorme pressão no interior da estrela os núcleos dos átomos de hidrogênio conseguem se aproximar de maneira que acabam se unindo e transformando-se em hélio. São necessários quatro átomos de hidrogênio para formar um de hélio, mas ao compararmos a massa final do hélio com as massas dos quatro prótons iniciais percebe-se que 0,7% da massa original dos prótons foi perdida. Essa massa foi convertida em energia durante cada reação individual, sendo que a energia liberada em todo processo equivale a 26,73 MeV.

II.1.2 Atividade 01

Promova uma roda de conversa com os alunos sobre baseada nas seguintes tarefas:

- a) Como você acha que podemos aproveitar essa energia proveniente do Sol?

Espera-se que os alunos consigam associar as placas fotovoltaicas e os aquecedores solares com o aproveitamento da energia solar.

- b) Junto com seu grupo de trabalho faça registros da presença de equipamentos movidos a energia solar em sua casa ou bairro.

Recomenda-se que os alunos saiam para uma caminhada pelo bairro e procurem por artefatos movidos à energia solar em seu entorno.

- c) Compartilhe com a turma os registros obtidos.

Espera-se que os alunos apresentem registros fotográficos de sua pesquisa, como da figura A-2.



Figura A - 2 Exemplos de utilização de energia solar.

Fonte: autor

II.2 Etapa 2 – CONHECENDO AS PLACAS SOLARES

II.2.1 Atividade 01 – Apresentação dos painéis fotovoltaicos – Benefícios sociais e econômicos

+ Nesta etapa o professor deverá apresentar o histórico das placas solares, a importância de sua divulgação

+ Os alunos poderão preparar uma apresentação sobre o uso dos painéis solares

As placas solares são utilizadas para fornecer energia para uma grande variedade de equipamentos, para abastecer uma residência ou até mesmo em grandes usinas solares que farão a distribuição para cidades. As instalações fotovoltaicas tornaram-se economicamente viáveis pelos avanços nas pesquisas tecnológicas e na necessidade do desenvolvimento de uma energia que cobrisse os custos da energia proveniente dos combustíveis fósseis.

As placas fotovoltaicas conseguem converter a energia solar, principalmente na região espectral da luz visível em energia elétrica. Normalmente, a superfície terrestre recebe do Sol uma densidade de potência de aproximadamente 1000 W/m^2 em condições de dia claro sem nuvens ao meio-dia. Entretanto, ocorre variação conforme a hora do dia, localização geográfica e até mesmo das estações do ano.

II.2.2 Aplicações das placas fotovoltaicas

- Veículos espaciais

Os primeiros painéis solares foram pensados para serem utilizados no espaço como forma de substituição das baterias químicas.

Os veículos espaciais que orbitam a Terra são equipados com painéis solares assim como a maioria das naves que são enviadas rumo a regiões mais distantes do sistema solar.

Os painéis solares possuem orientação independente do movimento da nave de forma a sempre estar orientada na direção da luz (Figuras A-3 e A-4). Os painéis possuem também concentradores que agem como lentes direcionando a iluminação para o painel solar.

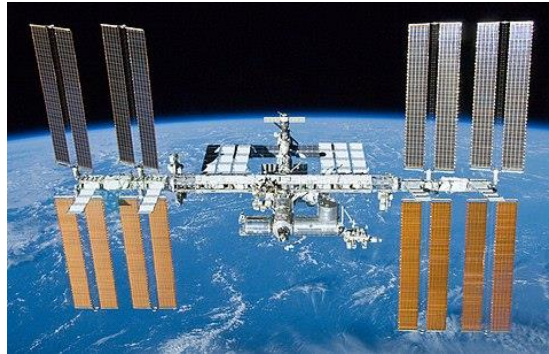


Figura A - 3 Estação Espacial Internacional em foto de 30 de maio de 2011 como pode ser visto a partir do ônibus espacial Endeavour durante a missão STS-134.

Fonte:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/04/International_Space_Station_after_undocking_of_STS-132.jpg/300px-International_Space_Station_after_undocking_of_STS-132.jpg



Figura A - 4 O telescópio espacial Hubble, equipado com painéis solares, é posto em órbita desde o porão do cargueiro espacial Discovery em 1990.

Fonte: Por NASA/IMAX - <http://mix.msfc.nasa.gov/abstracts.php?p=1711>, Domínio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6061254>

- Árvore solar

Uma árvore solar é um dispositivo que utiliza vários painéis solares, arranjados no formato de uma árvore com galhos (Figura A-5). Podem ser utilizadas para iluminar locais públicas e como totem de carregamento de celulares.



Figura A - 5 Uma "árvore" fotovoltaica na Áustria.

Fonte: Anna Regelsberger - <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=545802>

- Veículo solar

O carro solar é um carro elétrico que utiliza um painel fotovoltaico como fonte de energia (Figura A-6). Ele precisa também de um sistema de baterias para os casos em que a luz solar for insuficiente para seu movimento. Há todos os tipos de veículos que utilizam essa tecnologia como barcos e aeronaves.

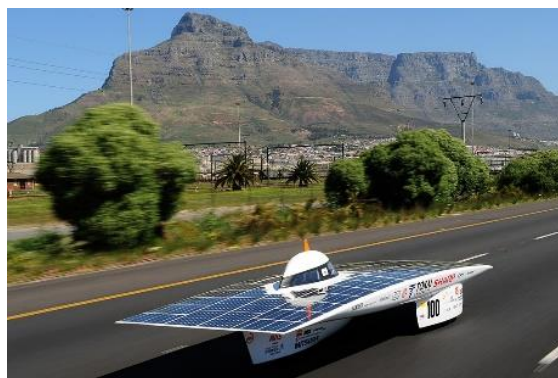


Figura A - 6 - Veículo elétrico propulsionado mediante energia fotovoltaica, vencedor do South African Solar Challenge.

Fonte:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sasc2010_tokai_challenger_table_mountain.jpg#/media/Ficheiro:Sasc2010_tokai_challenger_table_mountain.jpg

- Usina solar no Brasil

A usina fotovoltaica (Figura A-7) permite a obtenção de energia limpa, transformando a luz do Sol em energia elétrica sem causar danos ao meio ambiente. Geralmente suas instalações se situam em regiões ensolaradas; o nordeste brasileiro se encaixa nesse perfil por ter uma incidência de luminosidade muito alta. Entretanto, essas usinas só funcionam durante o dia sendo utilizada como complementares às usinas tradicionais.



Figura A - 7 - Complexo Solar de Pirapora, maior do Brasil e da América Latina

Fonte:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Usina_solar_de_Pirapora_2.gif#/media/Ficheiro:Usina_solar_de_Pirapora_2.gif

- Energia Solar Residencial

Pelo fato de os painéis solares serem fabricados em diversos tamanhos, eles podem ser utilizados de forma residencial, ajudando na economia doméstica além de contribuir com o meio ambiente (Figura A-8). O sistema permite integração com a rede elétrica tradicional; assim o excesso de energia vai para a rede de distribuição gerando créditos de energia, que podem ser utilizados a noite ou em dias nublados.



Figura A - 8 Painéis solares em uma residência

Fonte: <http://energiasolaralfa.com.br/placas-fotovoltaicas.html>

+ Discuta com os alunos novas possibilidades de utilização. Peça aos alunos que anotem as ideias no diário de bordo.

II.2.3 Atividade 02– Sugestão de leitura complementar – Impactos econômicos e sociais do uso de energia solar

A reportagem sobre a inauguração da usina fotovoltaica em Sobradinho (BA), pode ser utilizada pelo professor para iniciar uma discussão sobre a importância de investimentos em construção de usinas fotovoltaicas. Os alunos podem ser divididos em grupos e organizados de forma e discutirem entre si as vantagens e desvantagem apresentadas (veja o Anexo 1).

É importante que os alunos percebam os benefícios do acesso aos painéis fotovoltaicos em regiões carentes.

Papel social da energia solar

A energia fotovoltaica também cumpre um importante papel social ao permitir que comunidades isoladas recebam os benefícios da eletricidade, como sistemas de bombeamento de água limpa, refrigeração de alimentos e medicamentos (vacinas), iluminação, comunicação, entre outras tantas aplicações (Figura A-9).



Figura A - 9 Novos campos de trabalho

Fonte: <https://www.solarbrasil.com.br/wp-content/uploads/2018/08/o-papel-social-da-energia-solar-fotovoltaica-681x400.jpg>

Leve as seguintes discussões encontradas no portal *solarbrasil2* para seus alunos:

+ Você é capaz de imaginar alguém que nunca teve luz nas noites escuras, quando vê a luz se acender ao cair do sol?

+ Como a saúde de alguém que não tinha água potável pode ser beneficiada, ao ter acesso a um poço com uma bomba d'água solar trazendo água limpa e diminuindo as doenças trazidas pelo consumo de água não potável?

+ Imagine uma comunidade isolada, cujo sustento depende da pesca, porém não há energia para armazenamento e conservação dos peixes. Essa comunidade está à mercê dos intermediários que, a sua vontade, pagam pela pesca o preço que querem para coletar e levar este produto as centrais de distribuição.

Um sistema solar fotovoltaico de iluminação e refrigeração muda a vida desta comunidade que a partir da instalação do sistema dispensa os intermediários. Com isso mantém sua produção devidamente armazenada até um determinado dia da semana em que um representante pode se locomover aos comércios locais e negociar a preços justos. Isso é a energia solar mudando vidas, desenvolvendo e incluindo.

+ Comunidades indígenas que conseguem ter postos de saúde com vacinas e primeiros socorros, prestando atendimento adequado até que a equipe de saúde consiga chegar ao local. Comunidades isoladas recebendo sinal de internet, TV e telefonia, levando informação e desenvolvimento.

+ Quantos novos postos de trabalho poderão surgir em uma comunidade com a ampliação do uso da energia solar?

2 <https://www.solarbrasil.com.br/>

*Oriente os alunos a registrarem os pontos principais em seu diário de bordo.
O professor pode avaliar o desempenho dos alunos nessa discussão.*

II.3 ETAPA 3 – COMPREENDENDO O EFEITO FOTOVOLTAICO

II.3.1 Atividade 01 – Condutores, isolantes e fotocondutores

Questão problematizadora:

Sabemos que alguns materiais conduzem muito bem a corrente elétrica, enquanto outros não permitem a passagem de corrente. Qual a diferença entre eles? O que são níveis de energia? Banda de condução e valência?

Materiais necessários:

Computador com acesso à internet

Objetivos da atividade:

- Interação com software educacional
- Conceituar e diferenciar condutores e isolantes
- Compreender conceitos de níveis de energia
- Interação fóton-partícula

Procedimentos:

- Abra o simulador Condutividade, do Phet, disponível em PhET Simulation (colorado.edu)

1) Identifique as bandas de energia no metal:

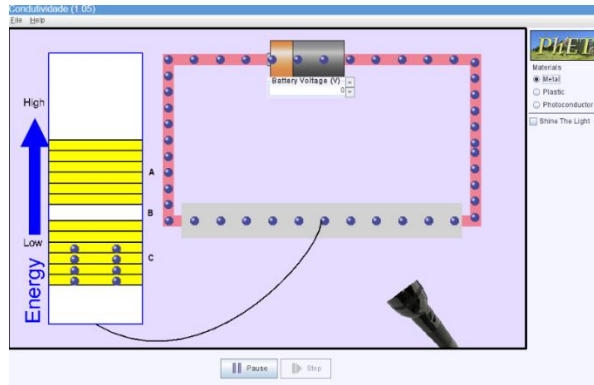


Figura A - 10 - Imagem extraída do Simulador

Fonte: autor

- () Banda de Valência
- () Banda de Condução
- () Gap de energia

2) No metal a banda de condução está completa?

- () sim () não

3) Identifique as bandas de energia no plástico:

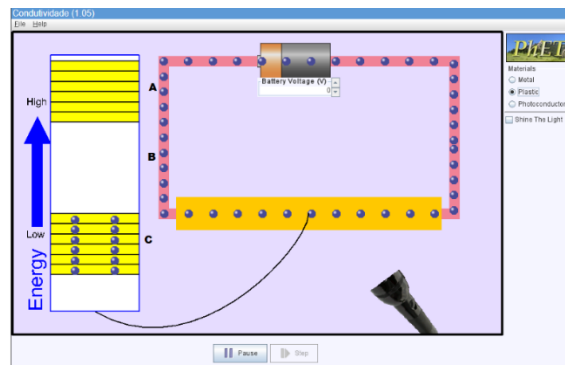


Figura A - 11 - Imagem extraída do Simulador

Fonte: autor

- () Banda de Valência
- () Banda de Condução

() Gap de energia

4) Qual a característica da banda de condução nos isolantes?

5) Existe diferença no tamanho do gap de energia nos condutores e isolantes?
É maior ou menor?

6) Qual a semelhança entre a distribuição eletrônica dos isolantes e fotocondutores? E no gap de energia?

7) O que acontece com os elétrons do metal ao fornecer 0,5 V?

8) Ao fornecer 2,0 V ao circuito o que você pode observar? Existe ligação entre a tensão e o número de elétrons envolvidos na corrente elétrica?

9) Por que ao fornecer tensão para o plástico os elétrons não se movimentaram?

10) Observe o que acontece com os elétrons do material fotocondutor ao ser iluminado. Existe corrente elétrica somente por iluminação? O que é preciso para que ocorra a corrente elétrica?

II.3.2 Atividade 02 – Semicondutores

Questão problematizadora:

Com o avanço da ciência e tecnologia em nossa sociedade, encontramos o desenvolvimento de novos materiais como ferramenta de transformação tecnológica. É possível transformar um material isolante em condutor?

Materiais necessários:

Computador com acesso à internet

Objetivos da atividade:

- Nesta simulação é possível estudar o comportamento dos materiais semicondutores e o que ocorre em seus níveis de energia ao serem adicionados materiais dopantes.
- Estudar o princípio básico de funcionamento de uma célula fotovoltaica quando é iluminada.

Procedimentos:

- Abra o simulador Condutividade, do Phet, disponível em:
PhET Simulation (colorado.edu)

- 1) Selecione “segments one” no canto direito superior:
- 2)

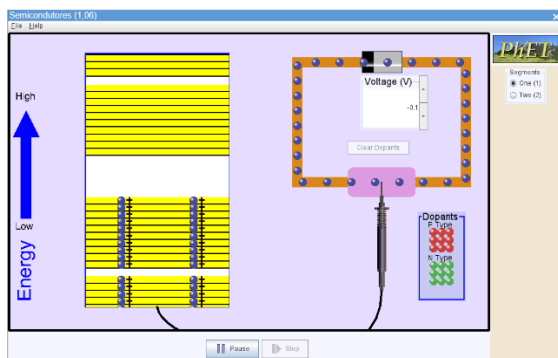


Figura A - 12 - Imagem extraída do Simulador

Fonte: autor

- a) Observe a configuração das bandas de energia no material semiconductor intrínseco (sem dopagem). Forneça tensão para o circuito e verifique se ocorre corrente elétrica.
 - b) Adicione o dopante tipo P ao material semiconductor e observe a nova configuração da banda de condução. Ajuste a tensão para 4V e verifique o comportamento do circuito.
 - c) Ajuste a tensão para -4V. O que ocorre com a corrente elétrica?
 - d) Adicione o dopante tipo N ao material semiconductor e observe a nova configuração das bandas de energia. Ajuste a tensão para 4V e verifique o comportamento do circuito.
 - e) Ajuste a tensão para -4V. O que ocorre com a corrente elétrica? E na banda de condução?
- 3) Selecione "Segments Two", no canto superior direito

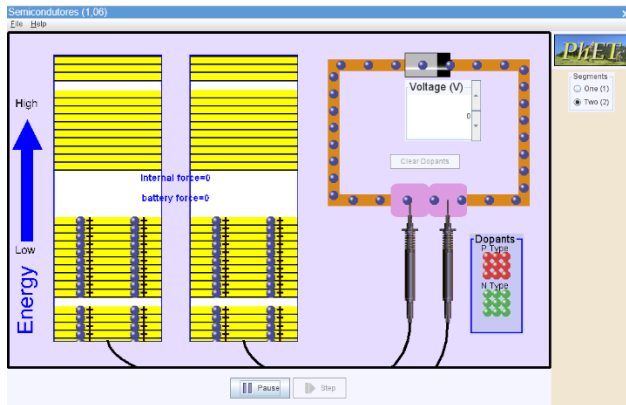


Figura A - 13 - Imagem extraída do Simulador

Fonte: autor

- a) Adicione o dopante tipo p ao lado esquerdo do material semiconductor. Ajuste a tensão para 4V. Observe o comportamento do circuito. Por que não ocorre corrente elétrica?
- b) Adicione o dopante tipo n ao lado direito do material semiconductor. O que aconteceu?
- c) Ajuste a tensão para -4 V e observe o comportamento da corrente elétrica.
- d) Inverta a posição dos dopantes e ajuste a tensão para 4V e verifique o que ocorre com os portadores de corrente e com a corrente do circuito.

Espera-se que os alunos após o término da atividade sejam capazes de compreender a diferença entre materiais condutores, isolantes e semicondutores em termos de distribuição eletrônica. Que a dopagem, ou seja, a inserção de novos materiais modifica a estrutura eletrônica de um semiconductor de forma a apresentar condutividade ao ser iluminado.

II.4 ETAPA 4 – ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

II.4.1 Atividade 01

Questão problematizadora:

As células solares são dispositivos que convertem energia luminosa em energia elétrica. Qual a melhor posição para se utilizar a célula solar com eficiência máxima?

Objetivos da atividade:

Compreender a como ocorre a interação da radiação com a matéria, suas características físicas e como efetuar a medida das grandezas envolvidas em um circuito, assim como calcular a eficiência energética de uma célula solar.

A atividade pode ser desenvolvida em um dia ensolarado ou utilizar uma fonte de luz se estiver em um ambiente fechado.

Materiais e ferramentas:

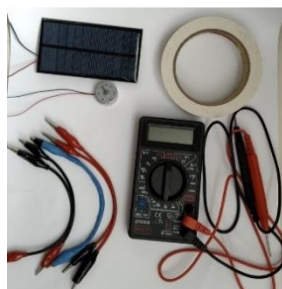


Figura A - 14 - Materiais utilizados

Fonte: autor

- Mini Painel Solar 6 V 1 W 200 mA – 110mmx60mm
- Multímetro para medir a tensão (1-10 V) e corrente (0,01 – 10 A)
- 5 Garras jacarés: 2 vermelhos, 2 pretos e 1 de outra cor
- Luz solar ou outra fonte de luz (lâmpada incandescente de 100 W em uma luminária)

- Mini motor (dvd) de 5 V
- Fita crepe
- Régua

Procedimentos

- 1 – Ajuste o multímetro para possa medir uma tensão baixa entre 1 V e 10 V
- 2 – Conecte os cabos jacaré na placa solar, o vermelho no terminal positivo e o preto no terminal negativo
- 3 – Conecte a outra extremidade do cabo ao multímetro



Figura A - 15 - Conexão da placa ao multímetro

Fonte: autor

- 4 – Medindo a Tensão da placa (V)

- Faça a medida da tensão (V_{oc}) do circuito aberto (não há passagem de corrente) com a placa voltada para baixo, e anote o resultado.

Neste arranjo a célula em uso apresentou 0,5 volts com o painel virado para baixo (quase nenhuma luz atinge o painel)

- Incline a célula diretamente para o sol ou para a lâmpada e observe o comportamento da tensão.

O painel em uso apresentou $V_{oc} = 6,5 V$ na perpendicular a luz solar

- 5 – Medindo a Corrente (I)

- Coloque o Multímetro em DC Amperes em uma escala que permita medir uma corrente muito baixa. A corrente máxima que pode ser observada em um painel

solar ocorre se conectarmos o terminal positivo com o negativo com o auxílio de um fio. Essa corrente é chamada de corrente de curto-circuito I_{cc} . Assim como um fio, o amperímetro, possui uma resistência muito baixa, registrando uma medida semelhante a um curto-circuito.

Observe que a I_{cc} pode variar conforme a iluminação. Tente variar a inclinação da placa solar, e registre a melhor posição para obter a corrente máxima.

I_{cc} máxima : 71,5 mA

6 – Observando o motor elétrico

Para observar o funcionamento do motor elétrico com o painel solar, faremos uma pequena bandeira na extremidade do motor (foto abaixo) com um pedaço de fita crepe. Fique atento para que a fita não interfira no giro do motor.



Figura A - 16 - Motor elétrico

Fonte: autor

Conecte os dois terminais da placa solar aos dois terminais do motor elétrico (figura abaixo):



Figura A - 17 - Conexão da placa aos terminais do motor

Fonte: autor

Observe o que ocorre com o giro do motor ao iluminarmos a placa solar; incline a placa para maximizar a iluminação. Perceba que a velocidade do motor é máxima quando a placa é orientada de forma perpendicular aos raios solares.

Faça a medida da tensão enquanto o motor está em funcionamento (figura abaixo):



Figura A - 18 - Medida da tensão

Fonte: autor

Valor encontrado: 5,8V

Perceba que o multímetro, a placa e o motor estão conectados em um circuito em paralelo.

- Medindo a da corrente do circuito

Configure o multímetro para medir a corrente. Coloque o multímetro em série com o motor e placa solar (foto abaixo):



Figura A - 19 - Medida da corrente

Fonte: autor

Valor encontrado: $I = 20,7 \text{ mA}$

7 – Calculando a potência da placa solar

A potência máxima em teoria da célula solar, P_{max} , é o produto da V_{oc} e I_{cc} :

$$P_{max} = V_{oc} \times I_{cc}$$

$$P_{max} = 6,5 \times 0,0715$$

$$P_{max} = 0,46 \text{ W}$$

É importante notar que os valores encontrados são distintos dos apresentados pelo fabricante, isso se deve às condições de iluminação que variam conforme a experiência.

A potência real, P , fornecida pela placa solar ao motor, é igual à tensão observada, V , multiplicada pela corrente no motor, I :

$$P = V \times I$$

Para a placa utilizada temos:

$$P = 5,8 \text{ V} \times 0,0207 \text{ A} = 0,12 \text{ W}$$

8 – Encontrando a eficiência da placa solar

A eficiência de um painel solar é a medida da capacidade que um painel solar tem em converter a energia solar em energia elétrica por m^2 . Quanto mais eficiente for um painel, mais eletricidade ele irá produzir.

A irradiância solar numa superfície plana e perpendicular aos raios solares equivale a aproximadamente 1000 W/m^2 .

Procedimento:

a) Utilize uma régua para encontrar a área da placa solar:

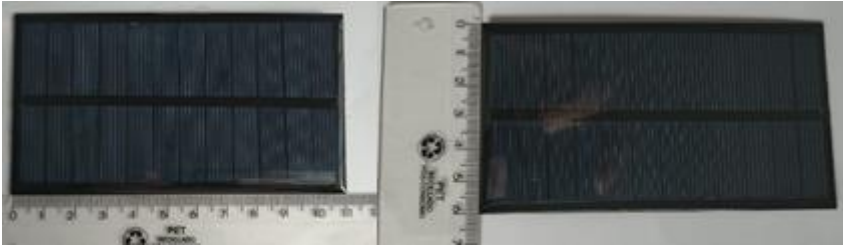


Figura A - 20 - Medidas da placa

Fonte: autor

A placa utilizada nessa demonstração mede: 6 cm por 11 cm.

Encontrando a área da placa:

$$A = 6 \text{ cm} \times 11 \text{ cm} = 66 \text{ cm}^2 = 0,0066 \text{ m}^2$$

A potência da energia solar recebida por uma placa desse tamanho é dada por:

$$P_s = I \times A = 1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 0,0066 \text{ m}^2 = 6,6 \text{ W}$$

Calculando a eficiência teórica máxima, E , do painel solar:

$$E = \frac{P_{max}}{P_s} = \frac{0,46 \text{ W}}{6,6 \text{ W}} = 0,07 = 7\%$$

Um painel solar teoricamente consegue converter 7% da energia solar recebida. Boa parte da energia não é aproveitada devido à reflexão dos raios solares na própria placa solar, à sombra causada pelos fios condutores dentro da placa e a temperatura alcançada pela placa (quanto mais quente, menos tensão é fornecida).

Calculando a eficiência real E_R da placa solar com o motor funcionando:

$$E_R = \frac{P}{P_s} = \frac{0,12 \text{ W}}{6,6 \text{ W}} = 0,02 = 2\%$$

Com a placa solar em uso encontramos que somente 2% da energia solar recebida foi transformada em energia elétrica.

O que aconteceu? Por que os valores encontrados são tão diferentes?

A potência nominal da placa é válida para quais situações?

A eficiência máxima sempre estará relacionada com o uso da placa em situações ideais, como estar perpendicular aos raios de sol, o horário do dia e até mesmo a localização no globo terrestre.

Podemos associar as placas solares de forma a fornecer mais tensão ao motor. Caso tenha disponível mais uma placa solar faça uma demonstração para os alunos de como ficaria o circuito.

Verifique a intensidade do giro do motor em cada arranjo

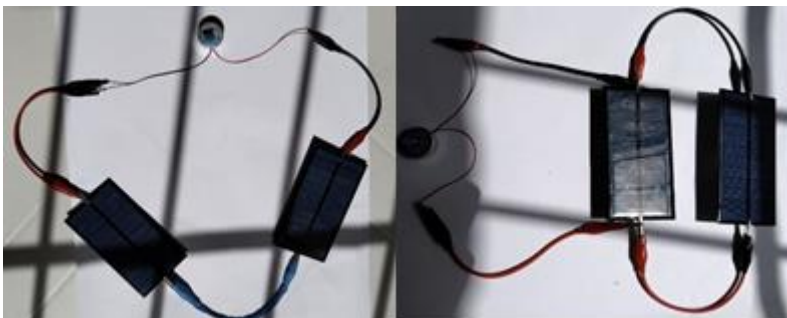


Figura A - 21 - Placas em série e paralelo

Fonte: autor

Observe que na associação em série a corrente que atravessa as placas é a mesma e o gerador equivalente será a soma da ddp fornecidas pelas placas.

Algumas Considerações sobre a atividade

As placas solares transferem energia dos fótons da luz solar para os elétrons da placa solar. Quanto mais fótons de luz são absorvidos, maior é a corrente elétrica. É por isso que a corrente de curto-circuito depende diretamente da radiação solar. A tensão máxima, por outro lado, é fixada pelo material de que

a placa solar é feita. As placas solares também possuem uma resistência interna, o que reduz a tensão disponível nos terminais quando a corrente flui.

A potência elétrica é o produto da tensão de um dispositivo pela corrente desse dispositivo. A potência solar, conhecida como irradiância solar, é fornecida por unidade de área sendo aproximadamente 1.000 W/m^2 por volta do meio-dia. Esse valor pode ser reduzido por nuvens, e no decorrer do dia quando a radiação solar precisa percorrer um caminho mais longo através da atmosfera (como do nascer do sol ao pôr do sol).

A placa solar apresenta perda de energia, ou seja, não converte 100% da radiação incidente em eletricidade. Parte da radiação é refletida na superfície da placa solar e parte da radiação é bloqueada pelas linhas de metal que conduzem a eletricidade pela placa. A energia também é perdida se a energia do fóton incidente for mais alta do que a célula solar pode aceitar.

A quantidade de radiação absorvida pelos painéis solares depende do ângulo de incidência da luz, assim as superfícies perpendiculares aos raios solares absorvem uma quantidade maior de radiação.

A irradiância solar é a irradiância integrada em um intervalo de tempo especificado, geralmente uma hora ou um dia, e é dada em watt hora por metro quadrado (Wh/m^2). Irradiância solar nada mais é do que uma determinada quantidade de radiação solar por unidade de área³.

É importante discutir com os alunos as características da radiação solar, e que até mesmo um painel solar pode apresentar um rendimento diferenciado durante o dia de acordo com o movimento solar. Assim o Sol ao meio-dia fornece 1 kilowatt de energia por metro quadrado de área se o painel estiver instalado a 90° .

³ ABNT, 2006 https://pt.wikipedia.org/wiki/Irradia%C3%A7%C3%A3o_solar#cite_ref-1

Para a demonstração desse conceito é possível utilizar uma folha de papel e uma lanterna. Faça uma demonstração utilizando a lanterna. Ilumine uma folha de papel com ângulo de incidência de 90° e desenhe um círculo ao redor da área iluminada. Agora mova a lanterna para um ângulo menor e refaça o círculo da área iluminada. Agora desenhe um quadrado no primeiro círculo; isso irá representar uma célula solar captando a radiação proveniente da lanterna. Agora compare a situação com um ângulo de 45 graus. A célula solar ocupará metade da área iluminada pela lanterna. Portanto ela coletará menos da metade da energia da lâmpada. Quanto menor for o ângulo de incidência maior será a área de iluminação, mas a célula solar irá receber somente uma porção da luz.

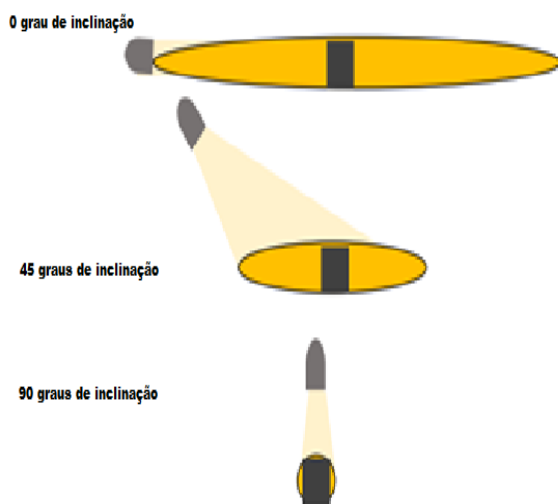


Figura A - 22 - Grau de incidência da luz da lanterna

fonte: adaptado de: <https://www.cei.washington.edu/wp-content/uploads/2015/03/Teacher-Guide-for-SunDawg-Bag-Lessons.pdf>

Outra maneira de otimizar a produção das células solares é utilizando concentradores como lentes ou espelhos. Os espelhos podem compensar o efeito de um ângulo incorreto. Isso pode ser demonstrado utilizando um pedaço de espelho para refletir a luz espalhada de volta para o quadrado da célula solar.

A necessidade de universalização do uso da energia solar faz com que ocorram pesquisas em novos materiais que minimizam a reflexão da luz e por condutores mais transparentes.

II.4.2 Atividade 02 – Luz e cores

Questão Problematizadora:

Qual faixa do espectro solar é aproveitada pelas placas solares na conversão de energia?

Para entendermos melhor a placa solar, precisamos compreender a natureza da luz. Nesta atividade, iremos medir a tensão gerada nas placas solares, utilizando uma lâmpada de LED e observar se ocorreu variação nas medidas.

Inicie a aula com uma discussão sobre luz e cores. Leve para a sala de aula alguns filtros coloridos e peça para os alunos observarem os objetos na sala de aula. Questione os alunos sobre a origem das cores, como os filtros alteram as cores dos objetos e o porquê os objetos apresentam diversas cores ao serem iluminados por uma fonte de luz comum.

Explique a teoria das cores (a composição da luz branca), a propriedade de absorção e reflexão dos materiais. Apresente aos alunos o espectro da luz solar e explique que as linhas escuras são cores que foram absorvidas pelos elementos químicos presentes na atmosfera. Exemplo: A linha de 760 nm é uma cor absorvida pelo oxigênio.

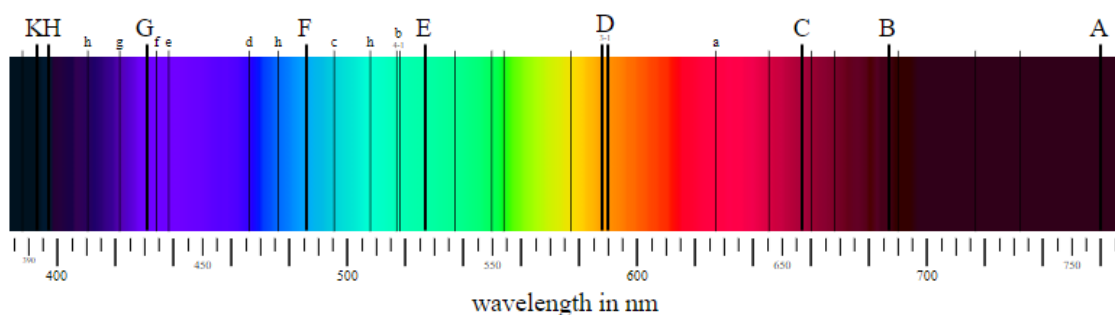


Figura A - 23 Espectro solar com as linhas de Fraunhofer.

Fonte:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2f/Fraunhofer_lines.svg/450px-Fraunhofer_lines.svg.png

Observe na figura 54 que a curva da célula de silício cristalino vai além dos 700 nm, ou seja além do espectro visível. Note que no intervalo do azul e violeta não possui uma boa absorção (abaixo dos 450nm).

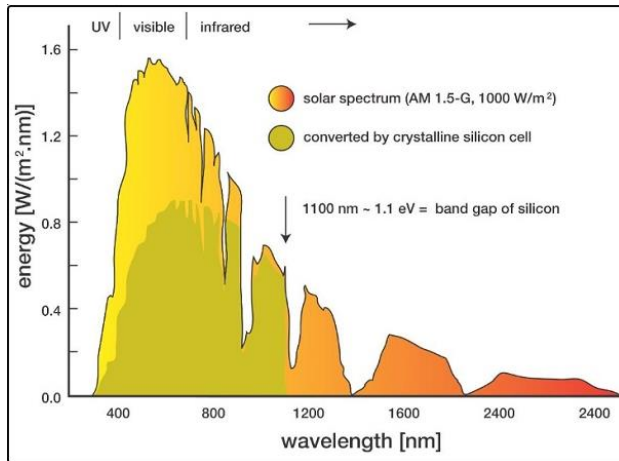


Figura A - 24 - Energia aproveitada pela célula solar

<https://www.cei.washington.edu/wp-content/uploads/2015/03/Teacher-Guide-for-SunDawg-Bag-Lessons.pdf>

A luz pode ser tratada como radiação eletromagnética ou como partícula, denominada *fóton*, por possuir um caráter dual onda-partícula.

A energia do fóton depende da frequência da radiação:

$$E = h \times f$$

onde a energia (E) é expressa em joules (J), a frequência e expressa em hertz (Hz) e h é a constante de Planck cujo valor é de $6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s.

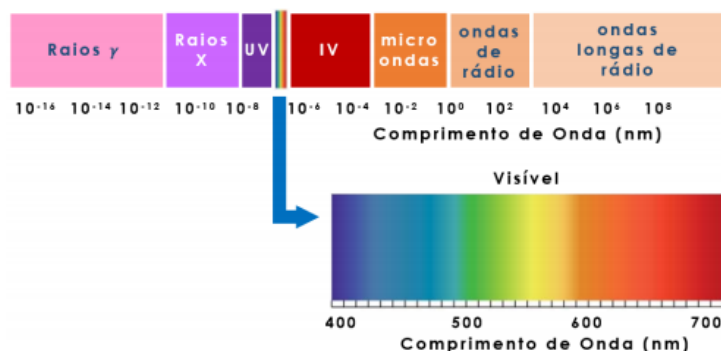


Figura A - 25 - Espectro da radiação

fonte: adaptado de Harvey (2009)

A energia do fóton também pode ser medida em eV. A luz vermelha por exemplo tem comprimento de onda de 632nm e 2eV de energia.

Materiais:

- Placa solar
- Multímetro
- Lâmpada Led Dicroica Multicores Rgb 5W

Procedimento:

Faça a medida da tensão gerada pela placa somente com a iluminação do ambiente.



Figura A - 26 – Tensão gerada pela iluminação ambiente

Fonte: autor

Ilumine a placa com a lâmpada led, e compile os dados em uma tabela.



Figura A - 27 – Tensão gerada por iluminação com lâmpada led

Fonte: autor

Cor do led	Tensão (V)
Vermelho	4,71 ± 0,1
Azul	4,80 ± 0,1
Verde	4,55 ± 0,1
Ambiente	4,09 ± 0,1

Tabela A - 2 – Tensão gerada pelo led colorido

Considerações:

As placas solares absorvem principalmente as cores do espectro visível, ao ligarmos a lâmpada led temos o fornecimento de mais cores atingindo a placa acarretando um aumento do fornecimento de tensão. Entretanto esse acréscimo não é o mesmo para todas as cores.

Cada material utilizado em nas placas solares é desenvolvido com o intuito de melhorar sua eficiência, e podemos perceber que a cor verde foi a que menos gerou tensão.

Muitos alunos acreditam que o calor (infravermelho) também é convertido em energia por isso ao discutir sobre a eficiência das placas solares é importante citar que o aquecimento é responsável pela diminuição da eficiência delas, sendo necessária em certos casos a instalação de um sistema de resfriamento. E é justamente essa característica que permite a instalação de painéis solares em regiões muito frias como nos polos que devido às temperaturas mais baixas a eficiência da placa se torna maior. Somente a luz visível é suficiente para gerar energia, levando em conta a inclinação dos raios solares e quantidade de placas solares a serem instaladas.

II.4.3 Atividade 03 - Construindo um painel solar utilizando Leds

Nesta atividade iremos construir um painel solar caseiro utilizando leds e compreender melhor suas características.

Parte 01 – Medindo a tensão de funcionamento do led

Materiais e ferramentas

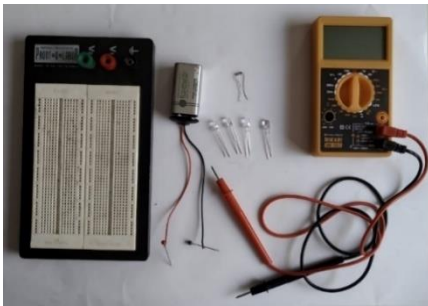


Figura A - 28 - Material utilizado

Fonte: autor

- Multímetro
- 01 LED de alto brilho vermelho
- 01 LED de alto brilho verde
- 01 LED de alto brilho azul
- 01 LED de alto brilho branco
- protoboard
- bateria de 9v
- resistor 1k Ω
- clip para bateria
- dois alfinetes

Procedimento

Medir a tensão de funcionamento dos led's:

- Ligar em série no protoboard três leds com o resistor (para limitar a corrente) e a bateria. Utilize os alfinetes para facilitar o encaixe dos terminais da bateria no protoboard.

Tome cuidado para não ligar um led direto na fonte pois pode queimá-lo, por isso a necessidade de colocá-los em série e um resistor para limitar a corrente.



Figura A - 29 - Circuito montado

Fonte: autor

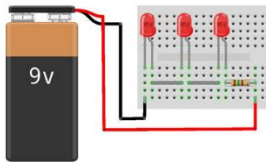


Figura A - 30 - Esquema ilustrativo

Fonte: <http://www.comofazeracoisas.com.br/como-calcular-o-resistor-adequado-para-um-led.html>

Ligue a bateria e posicione o multímetro em cada terminal do led de forma paralela para efetuar a medida.

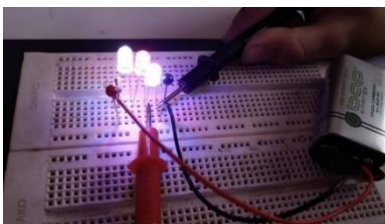


Figura A - 31 - Tomada de medidas

Fonte: autor

- Anote o resultado e repita a operação para todas as cores.

Resultados obtidos:

Cor do led	Tensão (V)
Vermelho	$2,2 \pm 0,1$

Verde	$2,8 \pm 0,1$
Azul	$2,7 \pm 0,1$
Branco	$2,8 \pm 0,1$

Tabela A - 3 – Medidas de tensão de funcionamento para cada led

Podemos fazer uma comparação com os valores encontrados em tabelas:

LEDs		
Cor do LED	Tensão em Volts (V)	Corrente em Miliampères (mA)
Vermelho	1,8V – 2,0V	20 mA
Amarelo	1,8V – 2,0V	20 mA
Laranja	1,8V – 2,0V	20 mA
Verde	2,0V – 2,5V	20 mA
Azul	2,5V – 3,0V	20 mA
Branco	2,5V – 3,0V	20 mA

Tabela A - 4 Tabela comparativa

fonte: <http://www.comofazerascosas.com.br/como-calcular-o-resistor-adequado-para-um-led.html>

Os leds com tensão mais baixa são ideais para serem utilizados em projetos escolares porque precisam de correntes menores em seu funcionamento.

Parte 02 - Medindo a tensão fornecida pelo LED ao ser iluminado

Verificando se qualquer led quando exposto à luz é capaz de gerar energia.

Sabemos que um LED (Light Emitting Diode) pode emitir luz quando submetido a tensão adequada. Mas podemos utilizar um LED como fonte de energia também, já que ele é estruturalmente idêntico a uma célula fotovoltaica.

Materiais:



Figura A - 32 - Materiais Utilizados

Fonte: autor

- Multímetro
 - 01 LED de alto brilho vermelho
 - 01 LED de alto brilho verde
 - 01 LED de alto brilho azul
 - 01 LED de alto brilho branco
 - Bateria de 9v
 - Clip para bateria
 - Duas garras tipo jacaré
 - Luminária com lâmpada de 100W
-
- Utilize o multímetro configurado para medir a tensão elétrica direta (Tensão DC) e ajuste a chave seletora do multímetro para a escala de 20 Volts
 - Faça um teste utilizando a bateria de 9V e verifique se a leitura está adequada
 - Use a garra tipo jacaré para conectar o led ao multímetro



Figura A - 33 - Conectando o led ao multímetro

Fonte: autor

- Iluminar o led com a lâmpada e verifique qual é a tensão máxima gerada nessas circunstâncias.

- Observe se os valores sofrem alteração variando a intensidade da luz.

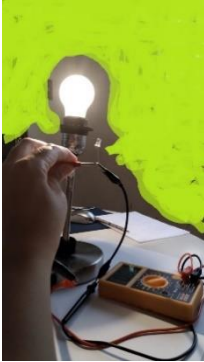


Figura A - 34 - Iluminando o led

Fonte: autor

- Realize o procedimento para todas as cores dos led. Tome cuidado para não misturar os leds você pode utilizar tampinhas de garrafas coloridas para fazer a separação das cores e facilitar a identificação.

- Anote os maiores valores obtidos em uma tabela

Cor do led	Tensão (V)
Vermelho	$0,7 \pm 0,1$
Verde	$0,2 \pm 0,1$
Azul	$0,5 \pm 0,1$
Branco	$0,2 \pm 0,1$

Tabela A - 5 – Tensão gerada por um led – Iluminado pela lâmpada de 100W

Observe que a tensão gerada ao iluminarmos um led não é a mesma tensão necessária para acendê-lo. Por isso a escolha da cor do led para construirmos o painel solar deve se basear na medida de tensão gerada.

A tomada de dados também pode ser realizada utilizando a iluminação solar direta.

Cor do led	Tensão (V)	Corrente (μ A)
Vermelho	$1,4 \pm 0,1$	$1 \pm 0,1$
Verde	$0,9 \pm 0,1$	$1 \pm 0,1$
Azul	$1,3 \pm 0,1$	0

Branco

$0,2 \pm 0,1$

0

Tabela A - 6 – Tensão gerada por um led – luz solar direta

Nota-se que o led vermelho apresentou melhores resultados, isso devido aos materiais presentes na junção p-n do led.

Embora seja possível gerar tensão pelo Led, a corrente fornecida é muito baixa por isso é quase inviável sua utilização em aparelhos que precisem de corrente elétrica maiores. A solução encontrada é formar uma associação mista com os leds, de forma a potencializar a tensão e a corrente.

Parte 03 – Montando o painel solar caseiro utilizando leds

Agora que descobrimos qual led fornece a maior tensão, iremos construir um painel solar caseiro com leds.

Material

- 6 Leds vermelhos de alto brilho
- fios
- pedaço de plástico ou papelão
- tesoura
- ferro de solda
- estanho
- capacitor 10 μ f/50V



Figura A - 35 - Figura 1 - Material utilizado

Fonte: autor

Procedimento

- Recorte um pedaço de plástico de 6 cm x 5 cm, faça as marcações e fure com a ponta da tesoura (dois furinhos em cada marcação) para o encaixe dos leds conforme figura abaixo:



Figura A - 36 - Marcações

Fonte: autor

- Identifique o lado positivo e negativo (onde colocar o led) e encaixe todos os leds de forma que todas as perninhas maiores fiquem para o lado de dentro do retângulo:



Figura A - 37 - Encaixe dos leds

Fonte: autor

- Dobre os terminais positivos conforme a imagem, e solde os terminais positivos:



Figura A - 38 - Solda dos terminais positivos

Fonte: autor

- Dobre e solde os terminais negativos



Figura A - 39 - Solda dos terminais negativos

Fonte: autor

- **a** descascar um pedaço do fio vermelho e soldar unindo todos os terminais positivos:
- **b** unir os terminais negativos utilizando o fio preto:
- **c** soldar o capacitor entre os terminais positivos e negativos:

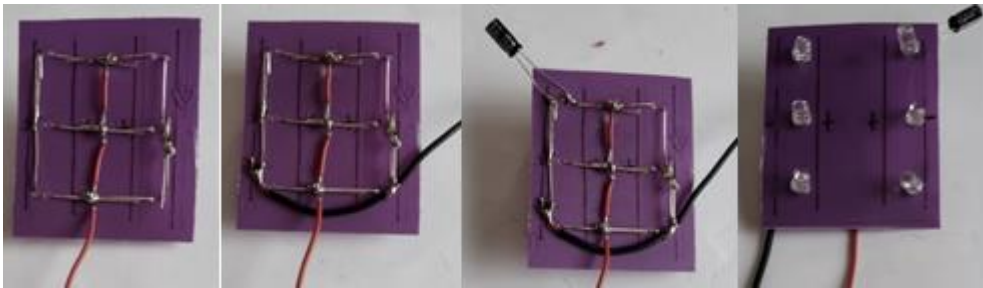


Figura A - 40 - Unindo terminais negativos e positivos

Fonte: autor

Como a tensão fornecida pelos leds não é constante o capacitor servirá como controlador da corrente.



Figura A - 41 - Medida da tensão da placa

Fonte: autor

- Medir a tensão fornecida pela placa solar com o multímetro sob iluminação solar e sob iluminação artificial

	Placa de LED's
Tensão (V)	$1,4 \pm 0,1$
Corrente Elétrica (μA)	$25 \pm 0,1$

Tabela A - 7 – Medidas realizadas às 11:30 am do dia 11/04/2021 - ensolarado

- Utilizando a placa para funcionar um pequeno relógio:



Figura A - 42 - Funcionamento de um pequeno relógio

Fonte: autor

Considerações

Podemos utilizar o LED como modelo de célula fotovoltaica, devido às suas características intrínsecas básicas que permitem realizar conversão de energia elétrica em energia luminosa e converter luminosidade em energia elétrica.

A luz é composta de fótons que ao interagir com os materiais semicondutores presentes no LED induzem um fluxo de elétrons, gerando a tensão.

A energia de cada fóton depende de sua cor, ou seja, da sua frequência e da constante de Planck. Devido a esse motivo o LED somente aproveita a cor que esteja dentro da mesma faixa de sua emissão. Um LED vermelho irá converter somente o espectro vermelho da iluminação incidente. Entretanto a

corrente fornecida ao circuito é muito baixa, sendo suficiente apenas para alimentar aparelhos com baixo consumo de corrente elétrica.

Questão orientadora:

Posso construir um painel para ligar meu celular? Meu carregador precisa de 5V e 2A

O Sol fornece aproximadamente 1000W por metro quadrado

Para alcançar a tensão e corrente desejada precisamos de 10W ($P=U.I$)

A área necessária de leds seria:

$$A = \frac{10W}{1000W} = 0,01 m^2$$

Se cada led tem uma área (vamos considerar um cilindro):

$$A_{led} = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$A_{led} = \frac{3,14 \times 5mm^2}{4}$$

$$A_{led} = \frac{3,14 \times (5 \cdot 10^{-3})^2}{4}$$

$$A_{led} = \frac{3,14 \times 25 \cdot 10^{-6}}{4}$$

$$A_{led} = \frac{78,5 \cdot 10^{-6} m^2}{4}$$

$$A_{led} \cong 20 \cdot 10^{-6} m^2$$

Para encontrar quantos led's são necessários para cobrir a área de 0,01m²:

$$N = \frac{0,01m^2}{20 \cdot 10^{-6} m^2} \cong 500 \text{ led's}$$

Considerando que a eficiência de cada led seja igual a eficiência de nossa placa solar de 7%, precisaríamos de:

$$\frac{500}{0,07} \cong 7140 \text{ led's}$$

Dessa maneira se torna inviável a construção de painéis solares caseiros para esse tipo de uso.

II.4.4 Atividade 04 – Brincando com kits pedagógicos

O professor irá apresentar aos alunos os carrinhos solares e os materiais necessários a serem utilizados na construção de um carrinho e durante o processo de tomada de dados.

A construção de carrinhos é uma maneira lúdica de ensinar sobre energia solar e ter contato com o pensamento científico e de engenharia.

Existem vários modelos de carrinhos solares à venda, muitos são vendidos como brinquedos pedagógicos ou em kits de engenharia mirim. Alguns já vem montados, outros precisam de montagem posterior. O professor pode optar em utilizar os modelos prontos ou montar novos carrinhos com os alunos.

1) Discussão inicial

Inicie uma discussão perguntando aos alunos o que é energia solar? O que é um carro solar? Como um carro solar funciona? Quais são as partes fundamentais do carro (placa, rodas, motor, engrenagem)? Qual a diferença entre um carro solar e um carro elétrico (sem bateria)? Quais os tipos de energia envolvidas em um carro solar (luz, eletricidade, cinética)?

Espera-se que os alunos consigam identificar a energia solar como uma fonte de energia capaz de movimentar grandes massas, mas que a estrutura básica de um carro continua intacta. É necessário um motor elétrico (realiza a conversão de energia elétrica em energia cinética), engrenagens, rodas e carroceria. É importante destacar que nosso carro não possui bateria, levante uma discussão sobre a praticidade de usar um carro solar sem baterias.

Material necessário:

Minicarro solar

Pode ser encontrado à venda facilmente on-line:

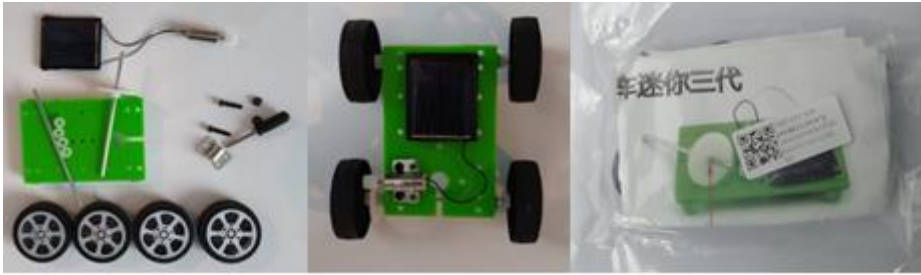


Figura A - 43 - Kit Carrinho solar

Fonte: autor

<https://shopee.com.br/Kiddy-Kids-DIY-Assemble-Solar-Powered-Educational-Toy-Mini-Solar-Car-i.296641436.9500567479>



Figura A - 44 - Minicarro solar

Fonte: autor

https://www.amazon.com/HJJ-Smallest-Learning-Educational-Children/dp/B08P9L9WQB/ref=sr_1_3?dchild=1&keywords=micro+solar+car&qid=1615467396&sr=8-3

Cronômetro

Pode ser utilizado do celular

Procedimentos:

1) Colocar um carrinho em movimento para observação. É importante destacar aos alunos que a luz solar é mais eficiente que as lâmpadas fluorescentes e lâmpadas LED, por isso é importante ter uma lanterna com lâmpada incandescente para a demonstração.

Devemos colocar os carrinhos sob diversos tipos de iluminação e diferentes intensidades incluindo luz direta solar. Peça aos alunos para fazerem anotações sobre o comportamento dos carros em cada iluminação.

2) Deixar os alunos manusearem o carrinho e pensarem em formas de obter um melhor aproveitamento da luz incidente.

Verifique se os alunos conseguem imaginar alguma forma de concentrar ou direcionar a luz diretamente para o painel solar. A melhor forma é utilizando um espelho.

3) Identificar os carrinhos, com adesivos ou outras formas de identificação.



Figura A - 45 - Identificação dos carrinhos

Fonte: autor

4) Construa uma pista de provas. Vamos precisar de um cronômetro (pode ser do celular) Peça para um aluno anotar os resultados em uma tabela. Repita várias vezes a corrida.

Leve os alunos para um local da escola que receba luz solar diretamente. A pista de provas precisa ser uma superfície plana sem desníveis e imperfeições, recomenda-se o uso da quadra de esportes. Oriente os alunos a fazerem as marcações de largada e chegada com uma metragem estipulada.

Os carrinhos são muito rápidos, dependendo do tamanho da pista ficará difícil cronometrar corretamente o tempo gasto pelo carrinho, por isso, uma alternativa ao cronômetro é a filmagem que permitirá ao analisar o vídeo conseguir encontrar o tempo correto.

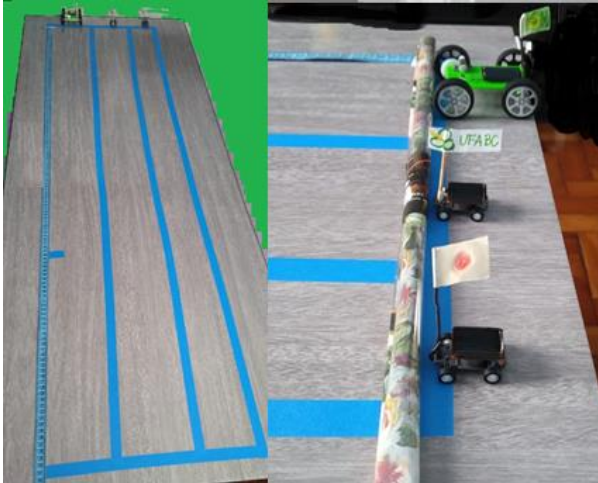


Figura A - 46 - Pista de teste modelo medindo 1,43 m

Fonte: autor

Anteparo para segurar os carrinhos, pode ser utilizado algo que produza sombra em todos os carrinhos simultaneamente.

Planilha de tomada de dados

	Distância percorrida (cm)	Tempo gasto (s)	Velocidade (m/s)
Teste 1			
Teste 2			
Teste 3			
Média			

Tabela A - 8 - Modelo de tabela – Dados obtidos pela Equipe 01

Auxilie seus alunos na elaboração da planilha para a tomada de dados, e na forma correta de calcular a velocidade média dos carrinhos.

$$Velocidade = \frac{\text{distância percorrida em metros}}{\text{tempo gasto em segundos}}$$

Converse com a turma sobre os resultados obtidos.

Qual carro foi mais rápido? Quais seriam os motivos para isso? Por que foi importante repetir a corrida várias vezes? Foi uma competição justa?

Temos aqui uma oportunidade de conversar sobre os princípios da pesquisa científica. Que a repetição das tomadas de dados, melhora a precisão dos dados obtidos. Várias tentativas permitem a observação de detalhes que passariam despercebidos como um obstáculo na pista ou obstrução das rodas.

Todos os carrinhos deverão estar expostos a mesma fonte de luz, com um bloqueio à sua frente para evitar que algum carrinho saia antes da largada. Espera-se que os alunos percebam que os carrinhos que estão diretamente embaixo da fonte de luz tem um desempenho melhor do que aqueles posicionados nas bordas. Isso pode ser contornado ao propor um rodízio de posições entre os carrinhos. Pode-se fazer uma tabela para análise de dados contendo o tempo de cada carrinho, ou apenas se ganhou ou perdeu.

Os alunos passam a ter contato com os carrinhos solares para discussão inicial sobre o princípio de funcionamento (espera-se que os alunos já compreendam que ocorre uma transformação de energia para ser utilizada pelo motor elétrico).

É interessante discutir com os alunos sobre a diferença entre um carro elétrico e o calor solar. Enfatize a questão da necessidade de baterias, do tempo de uso e recarga e principalmente sobre o processo de produção e descarte dessas baterias visto que o processo é muito degradante para o meio ambiente.

Instigue os alunos a pensarem em como será o carro do futuro e os novos postos de trabalho proveniente da mudança da tecnologia de combustível.

Cada grupo passa a analisar seu carrinho, os próprios alunos devem desenhar um circuito, circular, oval, retilíneo, com subidas ou descidas. Espera-se que os alunos cheguem à conclusão de que a melhor pista de estudo é a pista retilínea sem desníveis.

Os alunos fazem a tomada de dados de tempo de percurso e são orientados ao cálculo da velocidade média do carro.

O professor deve orientar sobre a importância do registro dos dados obtidos e das condições iniciais do experimento. Neste momento todos os carrinhos são submetidos a luz direta do sol.

Os alunos compartilham com a turma como os dados foram obtidos e tratados, apresentando os materiais utilizados como cronômetros, calculadoras, gráficos e tabelas.

II.4.5 ETAPA 5 – Dimensionando o uso de painéis solares em uma residência

Quantos painéis solares são necessários para uma residência autossuficiente?

Para respondermos essa questão precisamos encontrar o consumo básico de uma residência, com o auxílio de uma conta de energia tradicional

EDP São Paulo Distribuição de Energia S.A.
Rua Ezequiel de Carvalho, 3596 - Vila Olímpia
04547-005 São Paulo SP

CNPJ 02.302.100/0001-08
V.E. 11.079.474.116
Insc. Unica Reg. Imp. Processos SE-S - 175.177000

Nota Fiscal/Conta de Energia Elétrica nº 078.402.882 Série Unica

Cliente / Endereço de Entrega
Valor total a pagar R\$ 227,66
Número de Instalação 35019221

Consumo atual / kWh 284
Data de Vencimento 24/02/2021

Atendimento EDP 0800 721 0123
www.edponline.com.br

Conta do Mês Fevereiro/2021

Mês/Ano	Consumo Ativo	Valor Total	Mês/Ano	Consumo Ativo	Valor Total
02/21	284	R\$ 227,66	07/20	330	R\$ 243,80
01/21	305	R\$ 252,85	06/20	328	R\$ 243,70
12/20	298	R\$ 229,30	05/20	361	R\$ 286,44
11/20	295	R\$ 228,04	04/20	278	R\$ 202,77
10/20	306	R\$ 230,88	03/20	290	R\$ 212,09
09/20	311	R\$ 228,42	02/20	242	R\$ 185,23
08/20	298	R\$ 217,09			

Informações Suplementares, Condições Gerais de Fornecimento, Tarifas, Contribuição de Iluminação Pública, Produtos, Serviços Prestados, Impostos e apuração dos indicadores de continuidade e limites aplicáveis se encontram a disposição para consulta através do telefone 0800 721 0123, em nossas Lojas Comerciais e no site da EDP: www.edponline.com.br.

Os valores relativos aos nossos serviços são cobrados apenas na conta de energia elétrica.

O atraso no pagamento da fatura incide multa de 2%, juros moratórios de 2% ao mês e atualização pelo IGP-M que serão incluídos na fatura do próximo mês.

O pagamento, mesmo após o vencimento, deve ser realizado na rede de bancos ou agências associadas.

Detalhes do Valor a Pagar	
Energia Elétrica	72,39
Distribuição	43,15
Transmissão	15,77
Encargos Setoriais	25,60
Impostos / Tributos	63,98
Total	227,89

Figura A - 47 - Exemplo de uma conta de energia elétrica

Fonte: autor

A maioria de nossos aparelhos residenciais funcionam com corrente alternada, por isso em uma instalação residencial é preciso além das placas solares de um aparelho chamado inversor, que converte a corrente contínua produzida pelas placas em corrente alternada que será utilizada nos aparelhos.



Figura A - 48 - Ilustração de uma instalação solar com inversor

Fonte: Dimensionamento Sistema Solar Fotovoltaico, Fotaic.

A conta de energia elétrica é baseada no consumo mensal de kWh, ou seja, é a soma das potências dos aparelhos utilizados pelo tempo de uso.

$$Energia = Potência W \times Tempo h$$

No dimensionamento de placas solares precisamos encontrar a quantidade de energia fornecida pela placa fotovoltaica por tempo de exposição à luz solar.

$$Energia_{Gerada} = Potência_{painel} \times Tempo_{exposição}$$

Para encontrar a potência dos painéis basta isolá-lo na equação anterior e acrescentar um termo de rendimento, pois sabemos que em toda instalação ocorre uma perda de energia no processo de captação e distribuição.

$$Potência_{painel} = \frac{Energia_{gerada}}{Tempo_{exposição} \times \eta_{rendimento}}$$

Primeiro passo:

- a) Encontrar o consumo médio mensal de energia elétrica. Pode ser encontrado facilmente em uma conta de luz residencial

Mês/Ano	Consumo Ativo	Valor Total	Mês/Ano	Consumo Ativo	Valor Total
02/21	284	R\$ 227,66	07/20	330	R\$ 243,50
01/21	305	R\$ 252,85	06/20	328	R\$ 243,70
12/20	298	R\$ 239,35	05/20	361	R\$ 269,44
11/20	295	R\$ 228,04	04/20	278	R\$ 203,77
10/20	306	R\$ 230,88	03/20	290	R\$ 212,09
09/20	311	R\$ 228,42	02/20	242	R\$ 185,23
08/20	298	R\$ 217,05			

Informações importantes		Detalhes do Valor Faturado	
<p>Informações Suplementares, Condições Gerais de Fornecimento, Tarifas, Contribuição de Iluminação Pública, Produtos, Serviços Prestados, Impostos e apuração dos indicadores de continuidade e limites aplicáveis se encontram a disposição para consulta através do telefone 0800 721 0123, em nossas Lojas Comerciais e no site da EDP: www.edponline.com.br.</p> <p>Os valores relativos aos nossos serviços são cobrados apenas na conta de energia elétrica.</p> <p>O atraso no pagamento da fatura incidirá multa de 2%, juros moratórios de 1% ao mês e atualização pelo IGPM que serão incluídos na fatura do próximo mês.</p> <p>O pagamento, mesmo após o vencimento, deve ser realizado na rede de bancos ou agentes arrecadadores credenciados amplamente divulgada em sua localidade.</p> <p>A EDP não possui cobradores domiciliares.</p> <p>Para pagamento em cheque, a quitação da conta de energia elétrica estará condicionada à sua compensação.</p>		<p>Energia Elétrica 73,39</p> <p>Distribuição 43,15</p> <p>Transmissão 15,77</p> <p>Encargos Setoriais 26,90</p> <p>Impostos / Tributos 83,98</p> <p>Total 222,89</p>	

Figura A - 49 - Consumo de uma residência

Fonte: autor

- Média de consumo mensal: Após somar os consumos mensais divide-se pelo número de meses utilizados.

Consumo médio mensal: 327 kWh

A empresa fornecedora de energia cobra uma taxa de utilização mínima de 50kWh mensais, esse valor será descontado em nosso dimensionamento.

Dimensionamento: $327 - 50 = 277$ kWh/mês

As placas necessitam gerar 277 kWh por mês ou 9,3 kWh por dia (considerando um mês de 30 dias)

b) Encontrar o tempo de exposição das placas solares

Precisamos encontrar o tempo que os painéis solares ficarão expostos à radiação solar diariamente. O valor varia conforme a região do planeta, hora do dia e estações do ano. Entretanto é utilizado o valor de 1000Wh por metro quadrado de exposição solar.

Para encontrar o valor em qualquer localização:

Acessar o site:

<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&lang=en>

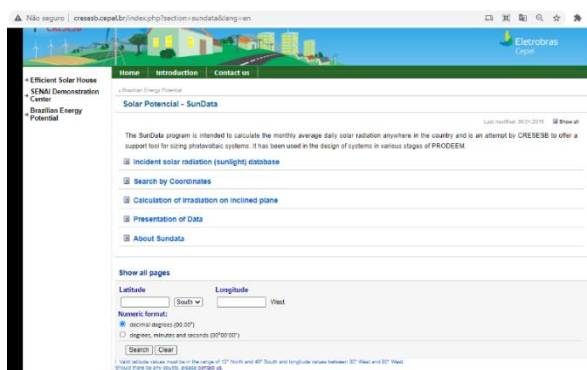


Figura A - 50 - Ilustração retirada do site cresesb

Fonte: autor

Procurar no google maps as coordenadas da cidade desejada e colocar no site da cresesb:

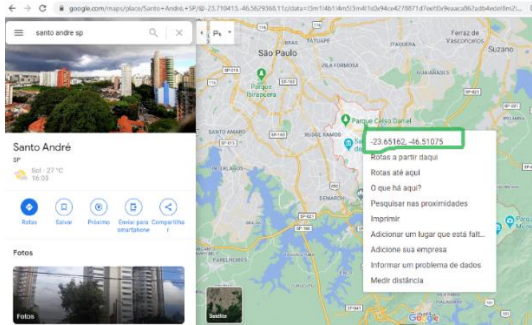


Figura A - 51 - Coordenadas no google maps

Fonte: autor

O site mostrará os dados encontrados para as cidades mais próximas. Selecione a mais perto da região pesquisada

Show all pages

Latitude Longitude West

Numeric format:

decimal degrees (00.00°)

degrees, minutes and seconds (00°00'00")

Valid latitude values must be in the range of 12° North and 40° South and longitude values between :

Figura A - 52 - Inserção das coordenadas no site da cresesb

Fonte: autor

Nearby sites

Latitude: 23.65162 S
Longitude: 46.51075 O

#	Station	City	State	Country	Average daily solar Latitude [+]	Longi [+]
<input checked="" type="checkbox"/>	Sao Bernardo do Campo	Sao Bernardo do Campo	SP	BRASIL	23.701 S	46.541
<input checked="" type="checkbox"/>	Sao Paulo	Sao Paulo	SP	BRASIL	23.601 S	46.541
<input checked="" type="checkbox"/>	Maua	Maua	SP	BRASIL	23.701 S	46.441

Figura A - 53 - Selecionando regiões mais próximas

Fonte: autor

Região selecionada: São Bernardo do Campo

Cálculo em superfícies inclinadas

Estação: São Bernardo do Campo
 Cidade: São Bernardo do Campo, SP - BRASIL
 Latitude: 23.701 S
 Longitude: 46.549 O
 Distância da ref. ponto (23.65182 S; 46.51075 O) : 6.7 km

Ângulo	Inclinação	Radiação solar diária média mensal [kWh / m ² .dia]													
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Junho	Jul	Agosto	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desvio
<input checked="" type="checkbox"/> Plano Horizontal	0 N	5.11	5.40	4.60	4.00	3.34	3.08	3.16	4.04	4.00	4.51	5.01	5.07	4.33	2.49
<input checked="" type="checkbox"/> Igual a latitude	24 N	4.62	5.15	4.72	4.62	4.12	3.99	4.03	4.70	4.33	4.40	4.60	4.95	4.95	3.16
<input checked="" type="checkbox"/> Maior m dia anual	21 N	4.71	5.22	4.74	4.50	4.05	3.91	3.95	4.72	4.33	4.44	4.60	5.06	4.53	1.31
<input checked="" type="checkbox"/> Maior m nimo mensal	33 N	4.32	4.90	4.62	4.67	4.20	4.20	4.22	4.90	4.29	4.23	4.32	4.59	4.46	0.70

Solar Radiation on Sloped Surface -Sao Bernardo do Campo-Sao Bernardo do Campo, SP-BRASIL

Figura A - 54 - Horas de sol a pico cresesb

Fonte: autor

Os valores encontrados para o plano horizontal indicam a quantidade de horas de sol a pico HSP. *Utilizaremos o valor de média anual 4,33*

HSP São Bernardo do Campo = 4,33 h/dia

Encontrando o fator rendimento da placa solar $\eta_{rendimento}$:

O rendimento das placas está associado a diversos fatores tais como:

- Perdas por temperatura (7% - 18%) devido ao aquecimento das placas pelo sol;
- Incompatibilidade elétrica (1% - 2%) devido aos processos de produção e até mesmo a maneira de associação em série ou paralelo;
- Acúmulo de sujeira (1% - 8%) – devido ao acúmulo de poeira, folhas ou outras coisas sobre os painéis
- Cabeamentos e Inversor (2% - 6%) – devido à fiação da instalação e do uso do inversor.

Temos em média uma perda de 20% durante o processo, ou seja, o rendimento é $\eta_{rendimento}=80\%$;

Calculando a potência total dos painéis:

$$Potência_{painel} = \frac{Energia_{gerada}}{Tempo_{exposição} \times \eta_{rendimento}}$$

$$Potência_{painel} = \frac{9,3 \text{ kWh/dia}}{4,33 \text{ h/dia} \times 0,8}$$

$$Potência_{painel} = \frac{9,3 \text{ kWh/dia}}{4,33 \text{ h/dia} \times 0,8} = 2,7 \text{ kW}$$

Esse valor indica a potência total a ser fornecida pelos painéis

Encontrar a quantidade de painéis fotovoltaicos necessários:

Existem diversos tipos de painéis a venda, com diferentes potências de saída. A escolha acaba ocorrendo por questões econômicas visto que os painéis ainda apresentam custo elevado, por isso a necessidade de um bom dimensionamento energético.

Utilizando placas de 260 W:

$$Quantidade \ de \ painéis = \frac{Potência \ total \ dos \ painéis}{Potência \ de \ um \ painel} = \frac{2700 \ W}{260 \ W} \cong 10 \ placas$$

Encontramos as placas fotovoltaicas no mercado por aproximadamente R\$700 cada, mas ainda é necessário acrescentar aos custos a fiação, a instalação e o inversor.

Concluimos que é um investimento que compensa ao longo prazo, devido a longa duração das placas fotovoltaicas e baixa manutenção do sistema.

II.4.6 ETAPA 6 – CULMINÂNCIA

A avaliação ficará a critério do professor podendo usar o recurso do diário de bordo. É um meio dos alunos registrarem suas atividades, comentários, reflexões sobre o trabalho realizado. O registro permite aos alunos pensar sobre a própria prática e sua aprendizagem.

As atividades experimentais podem ser acompanhadas de uma proposta de relatório com as considerações pertinentes ao roteiro.

Ao término de todas as atividades o professor pode orientar os alunos na organização da apresentação do painel solar caseiro e na decoração da sala com cartazes pertinentes ao tema abordado e que foram elaborados ao longo da aplicação do produto.

A postura dos alunos na apresentação do projeto e o projeto em si podem ser avaliados pela comunidade escolar.

ANEXO 1

Material complementar da atividade xx – pg xx



Fonte: <https://blog.bluesol.com.br/usina-flutuante-sobradinho/11/04/21>

Governo inaugura usina solar flutuante no reservatório de Sobradinho

Publicado em 05/08/2019 - 15:42 Por Andreia Verdélio – Repórter da Agência Brasil - Brasília

O governo federal inaugurou hoje (5) a primeira etapa da usina solar fotovoltaica flutuante, que transforma a luz solar em energia elétrica, instalada pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf) no reservatório da Usina Hidrelétrica de Sobradinho, na Bahia. O empreendimento aproveita a área represada do Rio São Francisco e tem capacidade de gerar de 1 megawatt-pico (MWp) de energia.

O objetivo do governo federal é ampliar essa experiência, de instalar painéis solares em espelhos da água, para atrair investimentos privados e promover leilões de geração de energia renovável na área de transposição do Rio São Francisco. De acordo com os ministérios de Minas e Energia e do Desenvolvimento Regional, é possível elevar o potencial energético abrangido pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco, estimado em 3,5 Gigawatts, e garantir recursos para o bombeamento das águas do rio, que hoje custam R\$ 300 milhões por ano.

“Esse solo escaldante e esse calor abundante é o que vão gerar energia para que os motores funcionem e irriguem o nosso sertão de verdade”, disse o presidente Jair Bolsonaro, durante a inauguração da usina da Chesf. “Essa nova forma de buscar energia com placas fotovoltaicas em cima de um lago como esse aqui é bem-vindo ao Brasil”, completou

Bolsonaro destacou que, se todo o potencial do espelho d'água de Sobradinho fosse utilizado para energia solar fotovoltaica, seria possível gerar 60% mais energia do que as próprias turbinas da usina hidrelétrica. O reservatório de Sobradinho tem uma superfície de 4,2 mil quilômetros quadrados, com uma hidrelétrica capaz de gerar 1,05 mil Megawatt.

A experiência de placas solares flutuantes deve servir de modelo para o uso das placas ao longo dos 477 quilômetros canais de transposição, aquedutos e reservatórios. Além de gerar energia, as placas devem ajudar a reduzir a evaporação da água. As laterais dos canais também poderão ser implantadas placas solares. O governo destaca que, nos dois casos, tanto de usinas flutuantes quanto terrestres, não há necessidade de desapropriação de terras.

Usina flutuante de Sobradinho

A Usina Solar Fotovoltaica Flutuante tem 3.792 módulos de placas solares, área total de 11 mil m² e uma potência de geração de 1 MW. Ela é fixada ao fundo do lago por cabos, com material próprio para suportar o peso das placas e dos trabalhadores que atuam na construção e manutenção.

O projeto de pesquisa analisa o grau de eficiência da interação de uma usina solar em conjunto com a operação de usinas hidrelétricas. Os técnicos envolvidos no estudo focam em fatores como a radiação solar incidente no local; produção e transporte de energia; instalação e fixação no fundo dos reservatórios; a complementariedade da energia gerada; e o escoamento desta energia.

Os estudos ambientais também serão contemplados na pesquisa, focando o efeito da planta fotovoltaica sobre a água do rio, já que as placas instaladas em terra perdem eficiência sob forte calor, além dos impactos na fauna e flora aquáticas.

A segunda etapa do projeto contemplará uma nova usina flutuante também no reservatório de Sobradinho, e ao término da segunda etapa, a capacidade instalada será de 2,5 MW. O valor do investimento nessas duas plantas solares totaliza a R\$ 56 milhões.

Segundo a Chesf, este é primeiro estudo sobre a instalação de usina solar flutuante em lagos de hidrelétricas, aproveitando a área sobre a lâmina d'água dos reservatórios e evitando desapropriação de terras. Além disso, esse tipo de usina permite aproveitar as mesmas subestações e linhas de transmissão que escoam a energia produzida pela hidrelétrica.

Além da usina flutuante, a Chesf desenvolve outros projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na Região Nordeste, com foco no avanço dos estudos de tecnologias em geração solar e em outros projetos de inovação. Eles estão centralizados no Centro de Referência em Energia Solar de Petrolina (Cresp) e somam cerca de R\$ 200 milhões.

A companhia prevê também a instalação e geração de 1,25 MWp de energia fotovoltaica flutuante no reservatório da Usina de Boa Esperança, no Piauí, a ser instalada em 2020.

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2019-08/governo-inaugura-usina-solar-flutuante-no-reservatorio-de-sobradinho#> Página visitada em 15/03/2021 18:55

