



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA



GERAÇÃO E USO DE ENERGIA ELÉTRICA SUSTENTÁVEL E MECÂNICA QUÂNTICA: UMA COMPONENTE CURRICULAR PARA ITINERÁRIO FORMATIVO COM ABP E ENFOQUE STEAM

Rayanna Correa Cabral

Silvana Perez



É livre a reprodução exclusivamente para fins não comerciais, desde que a fonte seja citada.

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**GERAÇÃO E USO DE ENERGIA ELÉTRICA SUSTENTÁVEL E
MECÂNICA QUÂNTICA:
UMA COMPONENTE CURRICULAR PARA ITINERÁRIO
FORMATIVO COM ABP E ENFOQUE STEAM**

Rayanna Correa Cabral

Silvana Perez

GERAÇÃO E USO DE ENERGIA ELÉTRICA SUSTENTÁVEL E MECÂNICA QUÂNTICA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO COM ENFOQUE STEAM.

Car@ Professor@,

Apresentamos a você um manual para desenvolver uma proposta didática voltada ao ensino médio, que usa a temática da geração e do consumo de energia elétrica como tema integrador para abordar conceitos de Mecânica Quântica de maneira problematizadora e contextualizada, utilizando a Aprendizagem Baseada em Projetos com enfoque STEAM.

Esse manual tem o objetivo de dar suporte para o desenvolvimento do trabalho em sala de aula por meio de um projeto integrador conduzido por ações que envolvam relações de sociabilização para proporcionar experiências significativas aos educandos. Aqui, você terá acesso a orientações e materiais didáticos que pretendem oferecer subsídios teóricos e práticos para a implementação do projeto na sala de aula.

A proposta didática foi pensada para ser implementada no contexto de uma componente curricular de um itinerário formativo relacionado com Ciências da Natureza. Assim, são propostos quinze encontros semanais de 4 horas, totalizando sessenta horas de projeto.

Buscamos, assim, contribuir com a sua prática docente na tarefa mediadora de potencializar o desenvolvimento de competências e habilidades científicas, bem como procedimentais e atitudinais, relacionadas com a autonomia e a tomada de decisão consciente dos discentes em questões relacionadas com o conhecimento científico e seu uso social e econômico.

Este material é fruto de uma pesquisa translacional realizada durante o programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, e sua implementação em sala de aula mostrou resultados promissores. Tais resultados indicam que o desenvolvimento das competências e habilidades associadas com o empreendimento científico são potencializados no decorrer do processo de aprendizagem por meio do projeto com abordagem STEAM aqui apresentado.

Acreditamos que no Ensino Médio o processo de ensino-aprendizagem precisa ser repensado e que materiais como este contribuem com o papel da escola na atualidade. Dessa forma, buscamos abordar os conceitos científicos associados com a temática energia trazendo problematizações relevantes para o desenvolvimento do pensamento crítico e social, a partir das contribuições da ciência para benefício da sociedade como um todo. Assim, apresentamos uma temática preocupada com a sustentabilidade, por meio da interdisciplinaridade nas áreas de ciências da natureza.

Por fim, acreditamos na relevância desse trabalho e esperamos que você possa fazer bom uso desse exemplar didático em suas aulas.

Bom proveito!

As autoras

EDUCAÇÃO STEAM E A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS



Fonte: <https://ensinotec.com/metodologia-steam/>

O Termo STEAM é a sigla em inglês que representa Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. O movimento STEAM representa um novo modelo de ações didáticas por meio de conhecimentos articulados pela conexão e flexibilidade e voltados para a resolução de problemas sociais em busca de soluções eficientes, acessíveis e autossustentáveis (DUFRANC, VILLAGRÁ, 2018).

Nesse sentido, a educação STEAM envolve uma aprendizagem beneficiada pela interdisciplinaridade, valorizando a criatividade dos discentes no desenvolvimento de projetos que permitem integrar os conhecimentos científicos por meio de uma análise crítica social, resultado de uma colaboração proativa dos educandos (DUFRANC, VILLAGRÁ, 2018).

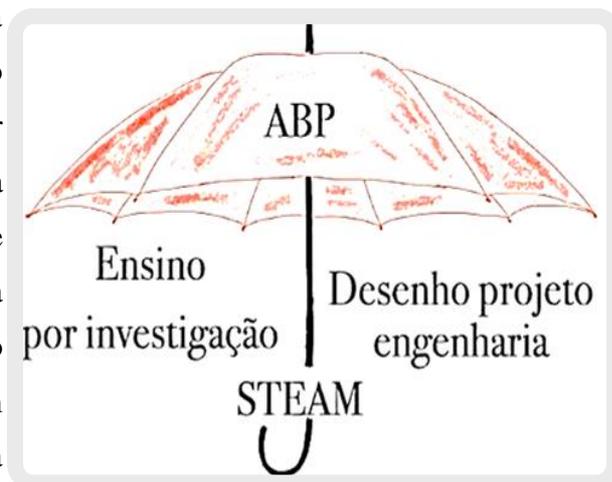
Esse movimento educacional dialoga de perto com a abordagem de ensino conhecida como Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). Segundo Bender (2014), a ABP é o modelo de ensino que consiste em permitir aos alunos confrontarem as questões e os problema reais do mundo que considerem significativos, determinando como abordá-los e, então, agindo cooperativamente em busca de soluções.

Usamos a ABP para desenvolver uma aprendizagem processual e formativa, tendo em vista a integração de questões significativas aos saberes dos estudantes, permitindo com que os jovens deem significado aos conhecimentos adquiridos ao longo de cada etapa do projeto, e desta forma valorizando os conceitos para estimular sua postura crítica e proativa no uso do conhecimento científico no seu dia a dia (BENDER, 2014).

Um dos conceitos centrais da ABP é o de “âncora”, entendido como sendo um material apresentado inicialmente aos estudantes, trazendo a problematização do tema a ser trabalhado. A âncora serve de base para a pergunta norteadora que funciona como fundamento para o cenário realista: é a “questão norteadora”, ou também chamada de “questão motriz”, que fornece a tarefa geral ou a meta declarada para o projeto. Esta questão pode ser apresentada diretamente pelo professor mediador (em geral quando os estudantes não têm experiência com ABP) ou construída em conjunto com toda a sala, partindo da discussão trazida pela âncora.

A ABP pode ser pensada como um grande guarda-chuva englobando diferentes metodologias ativas. Por exemplo, quando se tem o interesse em desenvolver habilidades relacionadas com a prática científica no estudante, a questão norteadora deve ser

apresentada/construída de forma a utilizar a metodologia do ensino por investigação. Por outro lado, se o interesse está em desenvolver competências e habilidades relacionadas com a prática de engenharia, a questão norteadora deve levar a uma metodologia mais próxima desta realidade, por exemplo, a metodologia do desenho de projeto de engenharia (PEREZ, 2020). Além disso, pode-se ter um projeto mais amplo, com uma questão norteadora mais geral, em torno do qual sequências didáticas com metodologias específicas se desenvolvem. Este será o caso aqui apresentado.



Fonte: PEREZ, Silvana. 2021

Na proposta didática descrita neste texto, propomos um projeto que traz para a sala de aula o debate sobre os impactos socioambientais e econômicos do setor energético, visando estimular a sensibilidade dos educandos acerca da problemática na busca de soluções inovadoras e autossustentáveis para o seu contexto local.

Os conceitos científicos associados com o tema, em particular os de Mecânica Quântica são, assim, apresentados de maneira contextualizada e interdisciplinar, dialogando com outras áreas do conhecimento, como por exemplo, a matemática e as artes, bem como com aplicações tecnológicas mais relacionadas com a engenharia.

Para tanto, abordamos inicialmente o consumo de energia, usando as contas de energia elétrica dos próprios estudantes, calculando o gasto de diferentes equipamentos elétricos, bem como analisando graficamente o consumo anual familiar dos estudantes. Enfatizamos assim o ensino da matemática. Também discutimos a matriz energética mundial e brasileira.

A seguir, trazemos a discussão da geração de energia elétrica, considerando as diferentes fontes de energia e sua relação com a sustentabilidade. Nesse momento, o estudo do espectro eletromagnético é apresentado com a metodologia do ensino por investigação, utilizando um espectrômetro caseiro feito pelos próprios estudantes para investigar o espectro emitido por diferentes fontes de energia.

Em uma terceira etapa do projeto, como parte do artefato final, os estudantes são desafiados a construir um protótipo de casa com mini placas solares, usando a metodologia do desenho de projeto de engenharia. Para isso, vão aprender a montar um circuito elétrico simples, bem como entender o funcionamento e a física envolvida nas mini-placas solares. As artes entram na finalização do protótipo da casa.

Finalmente, os estudantes vão revisitar a questão motriz do projeto, calculando o custo, em termos de quantidade de placas solares, para implementar esse sistema solar de geração de energia elétrica em sua casa, ou na escola.

DIRETRIZES CURRICULARES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NO NÍVEL MÉDIO VINCULADAS À GERAÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E MECÂNICA QUANTICA

No ensino médio, as mudanças curriculares vêm incentivar um olhar mais articulado que busca relacionar as ciências da natureza e suas tecnologias às demais áreas de conhecimento, definindo competências e habilidades específicas que permitem a sistematização e ampliação da aprendizagem dos conceitos científicos para formar cidadãos críticos capazes de tomar decisões racionais e lógicas embasadas no conhecimento científico (BRASIL, 2018).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Novo Ensino Médio, apresentada em 2018, dentro da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias concretiza a influência da ciência e da tecnologia no modo de vida da humanidade, principalmente na vida dos jovens e adolescentes que cursam o ensino médio. Ela flexibiliza a educação formal nesta etapa, permitindo a estes estudantes a possibilidade de pensar e agir em diferentes circunstâncias e problemas da sociedade (BRASIL, 2018).

Assim, o novo documento reforça o estímulo ao envolvimento crítico e à preocupação com problemas globais como as mudanças climáticas, diretamente relacionados com os processos de conservação e transformações de energia, assim como os riscos do uso indiscriminado de algumas formas de energia, como a nuclear, entre outros. Nesse contexto, o ensino contextualizado da ciência, atrelado com a discussão dos impactos do uso da tecnologia passam a ser grandes armas capazes de propor soluções para essas problemáticas existentes no mundo moderno, permitindo também a abertura para novas visões do mundo natural (do macroscópico ao microscópico) (BRASIL, 2000).

Especificamente tratando da temática energética, existe nos documentos uma clara preocupação com os impactos das diferentes formas de produção energética no meio ambiente. No caso das termoelétricas, por exemplo, que são movidas a carvão ou a gás, e liberam uma quantidade abundante de gases do efeito estufa, o dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e os perfluorcarbonetos, que corroboram para o aumento da temperatura planetária resultando em mudanças climáticas (BAJAY, 2018).

Nesse contexto, seguindo as diretrizes desses documentos, incentivamos o aprendizado de ciências com dever de estimular os jovens a acompanhar as notícias científicas, orientando-os para a identificação sobre o assunto que está sendo tratado e promovendo meios para a interpretação de seus significados para combate aos impactos sociais e ambientais (BRASIL, 2000). A compreensão dos fenômenos naturais e tecnológicos, bem como das potencialidades

do uso de fontes de energia alternativas, como o de setores fotovoltaicos, por exemplo, pode ser uma solução para combater os impactos negativos ao meio ambiente do setor energético.

A natureza quântica da luz e sua interação com os meios materiais, assim como os modelos de absorção e emissão de energia pelos átomos, são alguns exemplos que abrem espaço para uma abordagem quântica da estrutura da matéria, em que podem ser modelados os semicondutores e outros dispositivos eletrônicos contemporâneos, em particular no entendimento do funcionamento das placas fotovoltaicas, usadas nas usinas solares de produção de energia elétrica (MIOTTO, 2017).

Nessa perspectiva, atribuímos o tema estruturador Matéria e Radiação que, segundo os PCN+EM (BRASIL, 2000), deve promover nos alunos competências de identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético e sua utilização através das tecnologias a elas associadas, tal como compreender os processos de interação das radiações com meios materiais.

Essa visão é reforçada no documento da BNCC (BRASIL, 2018), quando propõe o aprofundamento na temática Matéria e Energia com diversas situações problemas referidas dentro das competências específicas e nas habilidades, inclusive aplicado a modelos considerados de maior abstração, no intuito de explicar, analisar e prever os efeitos das interações e relações entre matéria e energia, exemplificando as análises de matrizes energéticas e o comportamento das partículas a partir de uma absorção de energia (radiação) luminosa.

Consideramos, portanto, a ABP para abordar a relação entre geração e uso de energia com a mecânica quântica a fim de desenvolver o senso crítico relacionado aos conhecimentos físicos que envolvem o problema atual dos setores de energia para que se consiga promover uma educação fundamentada e consciente.

Segundo Bender (2014), esta abordagem apresenta resultados bastante favoráveis com altos níveis de desempenhos e envolvimento de alunos, tornando-se recomendado por diversos autores e estudiosos da educação. A própria LDB, com a inclusão da Lei nº 13.415 (de 16 de fevereiro de 2017) também incentiva o uso de projetos no processo metodológico, considerando que

Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação processual e formativa serão organizadas nas redes de ensino por meio de atividades teóricas e práticas, provas orais e escritas, seminários, projetos e atividades on-line. [...]

Entre as ações da educação, destacamos o uso da interdisciplinaridade por meio de uma educação STEAM, permeando as áreas de Ciências, Tecnologia, Artes e Matemática. Nessa proposta, vamos apresentar ações dinâmicas que permitem permear as diversas áreas de

conhecimento para desenvolver habilidades e competências, considerando que a tecnologia deve ser articulada entre todas as áreas do conhecimento no ensino médio para apropriação da linguagem atual do mundo globalizado e industrial.

Apresentamos, na tabela abaixo, como exemplo, algumas das principais habilidades trabalhadas no projeto, conforme a BNCC (BRASIL,2018).

QUADRO 1: Habilidades da BNCC relacionado as áreas de conhecimento

ÁREAS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES RELACIONADAS
Ciências da natureza e suas tecnologias	<p>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.</p> <p>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.</p>
Língua Portuguesa e suas tecnologias (Artes)	EM13LGG602 - Fruir e apreciar esteticamente diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, assim como delas participar, de modo a aguçar continuamente a sensibilidade, a imaginação e a criatividade.
Matemática e suas tecnologias	EM13MAT406 - Construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências com base em dados obtidos em pesquisas por amostras estatísticas, incluindo ou não o uso de softwares que inter-relacionem estatística, geometria e álgebra.

Fonte: BNCC, 2018

PROJETO STEAM: GERAÇÃO E USO DE ENERGIA ELÉTRICA SUSTENTÁVEL E MECÂNICA QUÂNTICA.

O projeto traz como tema a geração e uso de energia elétrica sustentável, e por meio da âncora apresentada, explora a questão norteadora: “Por que mudar a fonte de geração de energia elétrica em minha casa?”

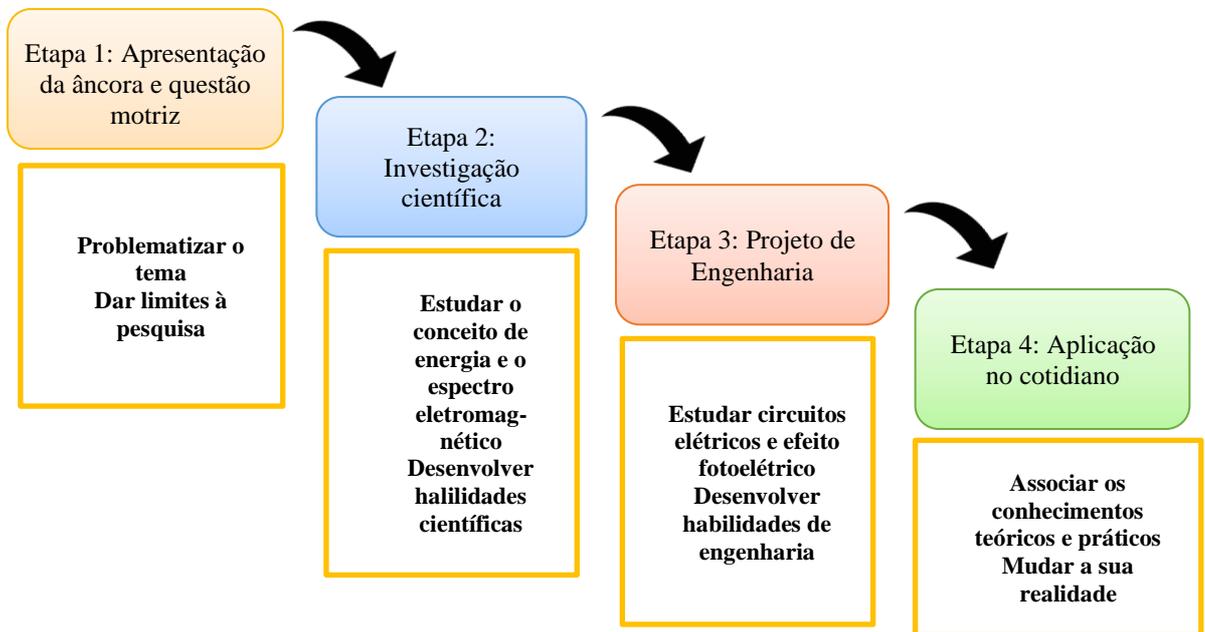
Para o seu desenvolvimento, apresentamos a divisão em quatro etapas sequenciais que devem conduzir as atividades ao longo de sua implementação, a saber:

1. Etapa 1: Formulação da questão motriz: “Por que mudar a fonte de geração de energia elétrica em minha casa?”
2. Etapa 2: Investigação científica: “O que sabemos sobre energia?”
3. Etapa 3: Projeto de engenharia: “Como aproveitar a energia solar?”
4. Etapa 4: Aprofundamento: “Posso mudar a fonte de energia elétrica de minha casa?”



Assim, cada etapa tem um objetivo específico, relacionado com o desenvolvimento do projeto como um todo. A pergunta da Etapa 1 é central e permeia todas as outras etapas. Já as perguntas das etapas seguintes são específicas, relacionadas com o desenvolvimento de certas habilidades e competências.

Apresenta-se o esquema da estrutura geral da proposta.



O projeto foi pensado para ser desenvolvido com uma carga horária total de 60 horas-aulas. Na proposta que foi implementada, ele durou 15 dias com 4h diárias de aula, no contraturno e foi implementado durante a pandemia de COVID19, porém em um momento em que as aulas presenciais já haviam retornado. No entanto, cabe ao professor responsável pela implementação da proposta realizar as devidas adaptações que considerar necessárias para o bom desenvolvimento do projeto.

Vale ressaltar que antes do início desse projeto integrador, os estudantes devem ser apresentados à estrutura geral da proposta, bem como a exemplos das rubricas de avaliação de cada etapa.

Rubricas de avaliação

As rubricas de avaliação são uma ferramenta eficaz que indica a escala e expectativas de qualidade específicas de cada etapa a ser desenvolvida no projeto. De maneira mais simplificada, podemos considerar que as rubricas são uma espécie de “guia de pontuação que lista critérios específicos para o desempenho dos alunos e, em muitos casos descreve diferentes níveis para esses critérios “(BENDER, 2014 p.133).

Nesse sentido, Bender (2014 p.20) considera que “as rubricas são frequentemente usadas para proporcionar alguma estrutura para experiência de ensino na ABP, assim como

avaliar vários artefatos em sala de aula”. Isto é, com elas, o professor-mediador dever ser capaz de avaliar todo trabalho da ABP, visto que ela enfatiza a motivação e auto orientação.

Considerando a importância dessa ferramenta para ABP, foi desenvolvida uma proposta de rubricas de avaliação para o projeto de geração e uso de energia elétrica sustentável, que deve ser apresentada aos alunos para dar orientação durante o processo de desenvolvimento do projeto.

QUADRO 2: Rubricas de Avaliação da proposta didática

CATEGORIA DAS ETAPAS	Não desenvolvido	Parcialmente desenvolvido	Suficiente desenvolvido	Plenamente desenvolvido
ETAPA 1 Formulação da questão motriz	O aluno não entendeu o problema da pesquisa e nem participou das discussões e reflexões do tema abordado em sala de aula	O aluno entendeu o problema da pesquisa, mas participou pouco das discussões com breves reflexões sobre o tema em sala de aula.	O aluno entendeu o problema da pesquisa e participou satisfatoriamente das discussões com ótimas reflexões sobre o tema em sala de aula.	O aluno entendeu o problema da pesquisa e participou com excelência das discussões com profundas reflexões sobre o tema em sala de aula.
ETAPA 2 Investigação científica Energia e espectro eletromagnético	O aluno não conseguiu reconhecer os tipos de energias renováveis e sua importância ambiental. Explorou pouco o conteúdo sobre a interação da radiação luminosa com a matéria e não participou da montagem e manuseio dos experimentos.	O aluno conseguiu reconhecer alguns dos tipos de energias renováveis e sua importância ambiental. Explorou razoavelmente o conteúdo sobre a interação da radiação luminosa com a matéria e participou pouco da montagem e manuseio dos experimentos.	O aluno conseguiu reconhecer os tipos de energias renováveis e sua importância ambiental. Explorou o conteúdo sobre a interação da radiação luminosa com a matéria e participou da montagem e manuseio dos experimentos.	O aluno conseguiu reconhecer com plenitude os tipos de energias renováveis e sua importância ambiental. Explorou bastante o conteúdo sobre a interação da radiação luminosa com a matéria e participou ativamente da montagem e manuseio dos experimentos.

<p>ETAPA 3</p> <p>Desenho de projeto de engenharia</p> <p>Circuitos elétricos e efeito fotovoltaico</p>	<p>O aluno não compreendeu as configurações de um circuito elétrico envolvendo painéis solares, sua utilidade e relação com eficiência energética.</p> <p>Desenvolveu relaxadamente a construção de um sistema energético movido a painéis solares.</p>	<p>O aluno compreendeu parcialmente as configurações de um circuito elétrico envolvendo painéis solares, sua utilidade e relação com eficiência energética</p> <p>Desenvolveu com a construção de um sistema energético movido a painéis solares.</p>	<p>O aluno compreendeu as configurações de um circuito elétrico envolvendo painéis solares, sua utilidade e relação com eficiência energética</p> <p>Desenvolveu com persistência a construção de um sistema energético movido a painéis solares.</p>	<p>O aluno compreendeu as configurações de um circuito elétrico envolvendo painéis solares, sua utilidade e relação com eficiência energética</p> <p>Desenvolveu com persistência e dedicação a construção de um sistema energético movido a painéis solares.</p>
<p>ETAPA 4</p> <p>Aprofundamento</p> <p>Consumo familiar</p>	<p>O aluno não conseguiu desenvolver o cálculo matemático do consumo energético com painéis solares</p> <p>Não compreendeu suas vantagens para combater os impactos do setor econômico.</p>	<p>O aluno desenvolveu com dificuldade o cálculo matemático do consumo energético com painéis solares</p> <p>Não compreendeu suas vantagens para combater os impactos do setor econômico.</p>	<p>O aluno desenvolveu com insegurança o cálculo matemático do consumo energético com painéis solares</p> <p>Compreendeu significativamente suas vantagens para combater os impactos do setor econômico.</p>	<p>O aluno desenvolveu perfeitamente o cálculo matemático do consumo energético com painéis solares e compreendeu significativamente suas vantagens para combater os impactos do setor econômico.</p>

ETAPA 1: POR QUE MUDAR A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM MINHA CASA?

A primeira etapa do projeto utilizando a ABP irá apresentar a âncora e fomentar a formulação da questão norteadora: “Por que mudar a fonte de geração de energia elétrica em minha casa?”. No contexto da ABP, a âncora é definida como a base para o problema de pesquisa, capaz de dar fundamentos ao cenário e contexto real decorrente dessa problemática (GRANT, 2002).

O quadro 3 abaixo traz as principais características que definem essa etapa, bem como os conteúdos a serem trabalhados, as possíveis questões que podem ser levantadas durante a discussão, a metodologia e uma possível duração para que essa etapa seja desenvolvida.

QUADRO 3: Planejamento da primeira etapa

CONTEÚDO	POSSÍVEIS QUESTÕES	METODOLOGIA DIDÁTICA	DURAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Análise gráfica do consumo mensal de energia pela conta de energia elétrica. • Análise das unidades de energia presentes na conta de energia elétrica. • Análise dos equipamentos que consomem energia na casa. • Matriz energética mundial e brasileira • Efeito estufa e aquecimento global • Fontes de energia renováveis e limpas 	<ul style="list-style-type: none"> • De onde vem a energia elétrica da nossa residência? • Por que mudar a matriz energética? • Quais os impactos econômicos e ambientais da produção de energia? • Porque discutir energia sustentável? 	<ul style="list-style-type: none"> • Aula dialogada, trabalho colaborativo e pesquisa bibliográfica. 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 encontros de 4 horas

Existem duas formas principais de encaminhar a formulação da pergunta norteadora. O professor pode simplesmente apresentá-la no início das atividades, o que se por um lado é mais simples, por outro pode diminuir o engajamento da turma no projeto. Outro seria trazer um debate inicial, para a mediação de sua construção. Nesse sentido, as possíveis questões que podem ser apresentadas pelos estudantes, na tabela acima listadas, servem como caminho para alcançar a questão norteadora em um processo dialogado com toda a sala.

Escolhemos como âncora a conta de energia elétrica da casa do estudante - a fim de contextualiza-lo sobre a problemática energética mundial-, bem como materiais multimídia projetados e leituras sobre a matriz energética mundial e nacional. Para isso, os estudantes devem trazer suas contas de energia elétrica e fazer uso das informações decorrentes sobre os impactos da geração das diferentes formas de energia para análise durante as atividades.

POSSÍVEIS QUESTÕES LEVANTADAS PELOS ESTUDANTES

Durante a discussão inicial do tema, os estudantes devem ser estimulados a pensar em questões norteadoras do projeto. Abaixo listamos algumas perguntas que podem surgir:

- De onde vem a energia elétrica da nossa residência?
- Por que mudar a fonte de energia elétrica?
- Quais os impactos econômicos e ambientais da geração de energia?
- Por que discutir energia sustentável?
- Qual o panorama da geração e uso de energia no Brasil?

O professor mediador deve usar essas perguntas para introduzir (diretamente ou construindo com os estudantes) a questão norteadora do projeto.

OBJETIVOS DA ETAPA:

Objetivo Geral:

- Apresentar a âncora, formular a questão norteadora e iniciar a discussão da temática com base nela.

Objetivos Específicos:

- Relacionar o uso de fontes de energia degradáveis com as mudanças climáticas, entendendo seus impactos.
- Estimular os alunos a analisar o consumo de energia elétrica familiar
- Abordar sobre as matrizes energética e elétrica mundial e brasileira.
- Incentivar os estudantes a construir e interpretar gráficos de consumo de energia
- Avaliar a credibilidade de uma fonte de informação.

CONCEITOS ABORDADOS:

- Unidades de energia presentes na conta de luz.
- Matrizes energética e elétrica mundial e brasileira.
- Efeito estufa e aquecimento global.

- Fontes de energia renováveis e limpas.

COMO ABORDAR:

De acordo com a proposta, incentivamos que essa etapa seja desenvolvida em três encontros com duração de quatro horas-aula cada.

ENCONTRO 1 - ESCRITA DAS POSSÍVEIS QUESTÕES NORTEADORAS

No primeiro encontro pretendemos situar o estudante sobre sua relação com o consumo de energia do ambiente. Desta forma, vamos utilizar as contas de energia elétrica trazidas pelos estudantes de suas casas.

A **Leitura 1**, que se encontra no final do material, pode servir também como material complementar para essa discussão, sendo uma sugestão de leitura para os estudantes. Outros materiais podem também ser utilizados, por exemplo o uso de livros da PNLD (Programa nacional do livro e do material didático), entre eles destacamos os projetos integradores para o ensino médio nas áreas de ciências da natureza e suas tecnologias que apresentam projetos sobre energia sustentável, entre eles: o Projeto 5: Energia sustentável e uma perspectiva para o futuro do livro “Integração e Protagonismo” (WALDHELM, 2020).; e o Projeto 1: Energia limpa do livro “Moderna em projetos” (CARNAVALLE, 2020).

Dessa forma, após a apresentação da problemática, através da análise das “contas de energia elétrica” e/ou pelo texto, a sala deve ser dividida em equipes e a cada equipe deve-se solicitar pensar e propor questões norteadoras para o projeto de pesquisa. A cada equipe deve ser fornecida a **Ficha 1**.

No final, em uma roda de conversa, cada equipe deve ler em voz alta as perguntas feitas que devem ser debatidas por todos. Nesse momento, o professor deve ser mediador, encaminhando a discussão para a formulação em conjunto da questão norteadora, ou engajando os estudantes para a sua apresentação. Esse processo deve ser feito de maneira sutil, de forma a “direcionar” os estudantes para o caminho que se espera para o desenvolvimento do projeto, mas sem impor unilateralmente. É importante que o aluno se sinta autor do projeto em parceria com o professor.

ENCONTRO 2 - ANÁLISE DA CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

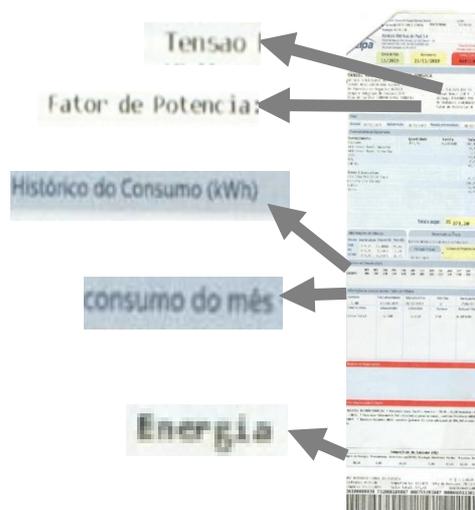
No segundo encontro, o professor deve inicialmente resgatar a pergunta norteadora do projeto. A seguir, deve solicitar que os alunos tenham em contas de energia elétrica de suas residências referentes ao último mês, onde em geral consta o consumo durante todos os meses

do último ano. Dessa forma, os alunos deverão, juntamente com o professor, analisar e comentar sobre as unidades de energia presentes na conta de luz e de algumas das suas grandezas físicas.

Nesse momento o professor pode apresentar os conceitos de corrente e potencial elétrico, bem como uma primeira conceitualização de energia. Alternativamente, os alunos podem fazer uma pesquisa na *internet* sobre esses conceitos e discutir em equipes.

Em seguida, observando as suas contas de energia elétrica, os estudantes (em equipe ou individualmente) deverão realizar as atividades 2,3 e 4 da Ficha 1 referente à análise gráfica do consumo mensal de energia elétrica familiar.

Nesse momento, cabe ao professor explicar como construir um gráfico. Existem alguns vídeos na internet sobre o assunto, por exemplo, “Escolher e construir gráficos mais adequados”, disponível em <https://youtu.be/WzHBBfxl6zo>, ou “Como escolher a escala de um gráfico em papel milimetrado”, disponível em <https://youtu.be/0Hiufg3fIHU>.



ENCONTRO 3 - ESTUDO DAS MATRIZES ENERGÉTICA E ELÉTRICA MUNDIAL E NACIONAL

Nesse encontro, faremos uso de acervos de multimídia com vídeos interessantes¹ sobre os impactos do setor energético e os aspectos levantados na **Leitura 2**, sendo encorajados pelo professor-mediador a propor soluções hipotéticas para essas problemáticas. A intenção é que os estudantes busquem considerar o uso da fonte de energia solar renovável como método eficaz para combater essas problemáticas.

A partir das discussões, deve-se pedir para os alunos realizarem a questão 5 da Ficha 1, finalizando, assim, a primeira etapa desse projeto.

¹ Vídeos sugeridos pela plataforma de canais do Youtube
Siemens: Geração e distribuída e matriz energética no Brasil. 20 de dezembro de 2019.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=JYtfEweXWU4>

Terra Negra. Matriz energética vs Matriz elétrica – Revisão Geografia 2018. 27 de outubro de 2018.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=CxUWJC90yWY>

Curso Técnico de eletrotécnica. Matriz energética mundial. 19 de maio de 2021.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=EGwMEMrJjXE>

ETAPA 2: O QUE SABEMOS SOBRE ENERGIA?

Nesta etapa, vamos aprofundar os estudos sobre energia, em particular considerando a energia luminosa proveniente de diferentes fontes. A intenção dessa etapa é apresentar conceitos físicos relacionados com a interação da luz com a matéria para dar fundamento conceitual ao projeto. Como metodologia didática, utilizaremos o ensino por investigação, e para isso os alunos devem construir espectroscópios caseiros para analisar o espectro de energia de diferentes fontes. O quadro 4 apresentado faz um resumo da etapa.

QUADRO 4: Planejamento da segunda etapa

CONTEÚDO	POSSÍVEIS QUESTÕES	METODOLOGIA DIDÁTICA	DURAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Conceito de energia • Tipos de energia • Transformação de energia e conservação de energia • Espectro eletromagnético • Efeito fotoelétrico • Efeito fotovoltaico 	<ul style="list-style-type: none"> • O que é energia? • Quais os tipos de energia? • Como funciona a energia elétrica? • A luz possui propriedades elétricas? • A luz emitida por diferentes fontes é igual? • É possível transformar a energia luminosa em eletricidade? 	<p>Aula dialogada para apresentação dos conceitos de energia, tipos de energia, conservação de energia e efeito fotovoltaico.</p> <p>Ensino por investigação para estudo do espectro eletromagnético emitido por diferentes fontes luminosas.</p> <p>Experimento: construção de um espectroscópio rudimentar e simples com uso de materiais alternativos e de baixo custo.</p> <p>Simulação computacional: efeito fotoelétrico.</p>	<p>5 DIAS</p> <p>20 horas</p>

POSSÍVEIS QUESTÕES LEVANTADAS PELOS ESTUDANTES:

- O que é energia?
- Quais os tipos de energia?
- Como funciona a energia elétrica?
- A luz possui propriedades elétricas?
- A luz emitida por diferentes fontes é igual?

- É possível transformar a energia luminosa em eletricidade?

OBJETIVOS DA ETAPA:

Objetivo Geral:

- Discutir sobre o espectro de radiação emitido por diferentes fontes e os efeitos fotoelétrico e fotovoltaico com o uso da metodologia do ensino por investigação²

Objetivos Específicos:

- Desenvolver habilidades associadas com a prática científica:
 - Construção de perguntas de investigação
 - Formulação de Hipóteses
 - Planejamento da observação/experimento e coleta de dados
 - Análise dos dados
 - Conclusões e aprofundamento
- Compreender noções básicas do funcionamento dos principais tipos de energia.
- Discutir as fontes de energia luminosa.
- Utilizar um espectrômetro caseiro para investigar diferentes fontes luminosas.
- Demonstrar, por meio de experimento, a transformação de energia luminosa em elétrica;
- Compartilhar conhecimentos básicos sobre energia elétrica.
- Averiguar com os estudantes os fenômenos de transformação de energia solar em elétrica na interação com a matéria, por meio dos efeitos fotoelétrico e fotovoltaico.

CONCEITOS ABORDADOS:

- Definição de energia.
- Tipos de energia.
- Transformação de energia e conservação de energia.
- Espectro eletromagnético.
- O efeito fotoelétrico.
- O efeito fotovoltaico.

² Você pode obter a explicação das etapas de investigação científica pelo *link*: <http://www.webciencia.es/index.php/articulos/211-explicacion-del-proceso-indagatorio>

COMO ABORDAR:

Nessa proposta, incentivamos que essa etapa seja desenvolvida em cinco encontros com duração de quatro horas-aula cada.

ENCONTRO 4 - DEFINIÇÃO DE ENERGIA E TIPOS DE ENERGIA

Propomos para o quarto encontro uma aula expositiva e dialogada para conceituar energia e abordar alguns dos tipos de energia que são observadas na natureza. Para tanto, o professor deverá fazer levantamento, com uso do quadro magnético (lousa), se possível, para fazer anotações dos tipos de energia que os alunos já conhecem. Pode-se utilizar a **Leitura 3** (em anexo) com detalhes sobre os tipos de energia.

A seguir, os alunos, em equipe ou individualmente, devem respondendo a questão 1 da **Ficha 2** referente à segunda etapa.

ENCONTRO 5 - O SOL COMO FONTE DE ENERGIA

Nesse encontro será dada continuidade às discussões sobre o conceito da energia, de modo a analisar de que forma o Sol é capaz de emitir radiações eletromagnéticas para o meio ao redor.

Figura: radiação solar



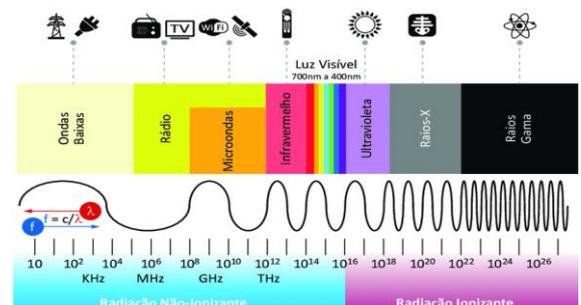
<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/energia-solar>

O professor deverá considerar a propriedade do Sol de liberar energia, na forma de emissão de radiação eletromagnética.

Deverá, assim, instigar os alunos a buscarem respostas a partir de questionamentos que os levem ao entendimento do fenômeno.

Conceitualmente, ao final da etapa, o aluno entender que a radiação eletromagnética está associada a um comportamento ondulatório, relacionando os diferentes tipos de radiação a grandezas como frequência e comprimento de onda.

Figura: espectroeletrmagnético



Fonte: <https://www.researchgate.net/profile/Helson-Da-Costa/publication/335639923/figure/fig18/AS:799926904684594@156772884456>

ENCONTRO 6 - CONSTRUÇÃO DO ESPECTROSCÓPIO E ANÁLISE DE DIFERENTES FONTES COM A METODOLOGIA DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Nesse encontro, os alunos irão realizar uma pequena investigação científica, mediados pelo professor, a fim de responder à seguinte questão de investigação: “A luz emitida por diferentes fontes luminosas é igual?”

O objetivo da dinâmica é que os alunos entendam a diferença entre fontes de energia e tipos de energia, a partir da construção e uso de um equipamento ótico chamado de espectroscópio.

Com esse equipamento, é possível fazer a análise espectral de diferentes tipos de lâmpadas.

A metodologia utilizada nesse encontro é a do ensino por investigação. Assim, ele deve ser dividido nos seguintes momentos: i) Apresentação da pergunta de investigação, ii) Formulação de hipóteses, iii) Construção do espectrômetro caseiro e tabela de coleta de dados, iv) Coleta de dados e análise e v) Conclusões.

Figura: Etapas de investigação do experimento com espectroscópio



Fonte: Cabral, R.C. 2018

As instruções para a construção do espectroscópio serão fornecidas pelo Roteiro Experimental 1, que consta no final deste material. O espectroscópio irá permitir o reconhecimento de espectros contínuos e discretos de pequenas fontes visuais como no caso de lâmpadas (incandescente, fluorescente e de vapor de mercúrio).

Os estudantes deverão realizar os momentos da investigação científica, preenchendo passo a passo a atividade 2 da **Ficha 2**. Inicialmente, o professor deve apresentar imagens de diferentes fontes de energia luminosa, como diferentes tipos de lâmpadas, vela, fogueira e o Sol. A seguir os estudantes devem pensar uma pergunta de investigação relacionada com as imagens, preenchendo a **Ficha 2**. A seguir, a pergunta de investigação a ser trabalhada durante

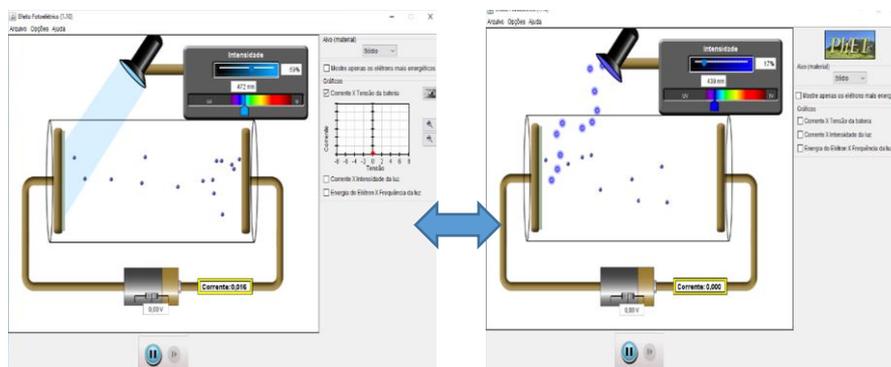
a atividade pode ser apresentada, ou o professor pode mediar a sua construção com os estudantes, em uma roda de conversa onde são lidas todas as perguntas de investigação.

Após a apresentação e entendimento da pergunta de investigação, os estudantes em equipe devem formular suas hipóteses (possíveis respostas à pergunta de investigação). Vale salientar que nem sempre existem hipóteses. Muitas vezes, quando o estudante não sabe nada sobre o assunto, ele não é capaz de formular uma hipótese. Isso, entretanto, não impede o desenvolvimento da atividade de pesquisa.

No momento de planejamento da coleta de dados, é recomendável que os estudantes construam um esboço da tabela para coleta propriamente dita, que deve ser contrastada com a apresentada pelo professor. No documento aqui apresentado, propomos um exemplo de tabela. A seguir, o professor deve explicar o funcionamento do espectrômetro e auxiliar os estudantes na sua construção. Finalmente deve ocorrer a coleta de dados, e posterior análise.

ENCONTRO 7 - ESTUDO DA INTERAÇÃO DA LUZ COM A MATÉRIA (EFEITOS FOTOELÉTRICO)

Figura: Simulador computacional do efeito fotoelétrico



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric.

Esse encontro iniciará com uma abordagem histórica sobre a polêmica a respeito da natureza da luz. Relembrando que nos encontros anteriores apresentou-se o seu caráter ondulatório, agora será apresentada a experiência de Hertz com eletrodos e a explicação dada por Einstein para os resultados encontrados.

Para complementar a discussão sobre o comportamento dual da luz, propõe-se o uso de um simulador computacional para demonstração dialogada. Sugere-se a plataforma PhET Colorado com o simulador “*photoelectric_pt_BR*” que pode ser encontrado facilmente no site: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric.

Caso haja disponibilidade de computadores/tablets na escola, esse encontro pode facilmente ser adaptado para a metodologia do ensino por investigação utilizada no encontro 6.

A ideia de abordar o conteúdo de efeito fotoelétrico no ensino médio através do uso de simuladores possibilita aos estudantes entenderem as condições necessárias para que o fenômeno ocorra. Nesse sentido, esse simulador permite identificar, por exemplo, que a intensidade de luz emitida por uma fonte não provoca a descarga elétrica entre dois eletrodos, mas apenas aumenta o número de fótons, assim como, verificar que o efeito fotoelétrico ocorre em uma dada frequência limite, e que para frequências menores ele não pode ocorrer.

Ao final dessa discussão, pede-se aos estudantes realizarem as questões de aprofundamento da **Ficha 2** (questões 3 e 4).

ENCONTRO 8 - ESTUDO DE ALGUMAS TECNOLOGIAS ASSOCIADAS COM A INTERAÇÃO DA LUZ COM A MATÉRIA

Figura: Paineis Solares em residências



Fonte: <http://borealsolar.com.br/blog/2016/10/06/7-vantagens-de-instalar-paineis-solares-fotovoltaicos-em-sua-casa/>

Nesse encontro será realizada uma aula expositiva e dialogada utilizando equipamento audiovisual para apresentar algumas imagens de tecnologias provenientes de fenômenos de interação da radiação luminosa com a matéria (sensores em portas e torneiras, painéis solares etc)

Nessa aula também será dada uma pequena introdução utilizando um aparelho audiovisual sobre o efeito físico que explica o fundamento dos painéis solares conhecido com efeito fotovoltaico.

ETAPA 3: COMO APROVEITAR A ENERGIA SOLAR?

Nessa etapa, teremos como principal foco desenvolver um pequeno projeto de engenharia, implementando a construção de um artefato em sala de aula, um protótipo de uma casinha fotovoltaica. Os materiais necessários para esse experimento são duas mini placas solares de 5V, LEDs (azul, vermelho, verde, amarelo) ou lâmpada de filamento, cabos de conexão, pilha de 1,5V, um voltímetro digital e pilhas de 9V para o uso do voltímetro.

O quadro abaixo apresenta um resumo das etapas.

QUADRO 5: Planejamento da terceira etapa

CONTEÚDO	POSSÍVEIS QUESTÕES	METODOLOGIA DIDÁTICA	DURAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Conceito de circuito elétrico • Painéis solares • Sistemas fotovoltaicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Como funciona um circuito com painéis solares? • O que são os sistemas fotovoltaicos <i>On gride</i> e <i>Of Gride</i>? • Como transformar energia solar em elétrica? 	<ul style="list-style-type: none"> • Expor imagens que mostrem como é a configuração de um circuito fotovoltaico dos sistemas <i>on gride</i> e <i>of gride</i>. • Realizar com os alunos a construção de um circuito que enfatize os processos fotovoltaicos. • Observar as possíveis configurações de maior e menor vantagem do uso e aplicação de painéis solares. 	<p>4 DIAS</p> <p>16 horas</p>

POSSÍVEIS QUESTÕES LEVANTADAS PELOS ESTUDANTES

- Como é a configuração de um circuito com painéis solares?
- Qual a diferença entre os tipos de sistemas fotovoltaico *On gride* e *Of Gride*?
- Como funciona o uso de energia elétrica proveniente do sol?
- Quais as vantagens e desvantagens do uso dessa fonte energética?

OBJETIVOS DA ETAPA:

Objetivo Geral:

- Desenvolver um projeto de engenharia³ com painéis solares, potencializando a aprendizagem de competências e habilidades associadas com o letramento de engenharia, bem como conceitos de circuito elétrico, transformações de energia e sistemas fotovoltaicos.

Objetivos Específicos:

- Desenvolver habilidades associações com a prática de um@ engenheir@:
 - Definição do problema
 - Imaginação do produto
 - Planejamento e desenho do produto
 - Desenvolvimento do protótipo
 - Teste do protótipo, melhora do protótipo.
- Estimular os alunos para compreender o processo de transformação da energia “solar” em elétrica
- Possibilitar a identificação dos principais elementos de circuito elétrico fotovoltaico.
- Influenciar a reflexão das vantagens e desvantagens do uso da energia solar nas residências.

CONCEITOS ABORDADOS:

- Circuito elétrico
- Painéis solares
- Sistemas fotovoltaicos

COMO ABORDAR:

Nessa proposta, incentivamos que essa etapa seja desenvolvida em quatro encontros com duração de quatro horas-aula cada.

ENCONTRO 9 - ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS (FUNÇÃO DOS ELEMENTOS ELETRÔNICOS E MONTAGEM DE UM CIRCUITO SIMPLES)

Esse encontro deverá ser realizado com metodologia do ensino por investigação, utilizando alguns materiais simples (fios de cobre, lâmpadas de filamento e bateria). A intenção

³ Você pode obter a explicação das etapas do projeto de engenharia através do link: <http://www.webciencia.es/index.php/articulos/212-explicacion-del-proceso-ingenieril>

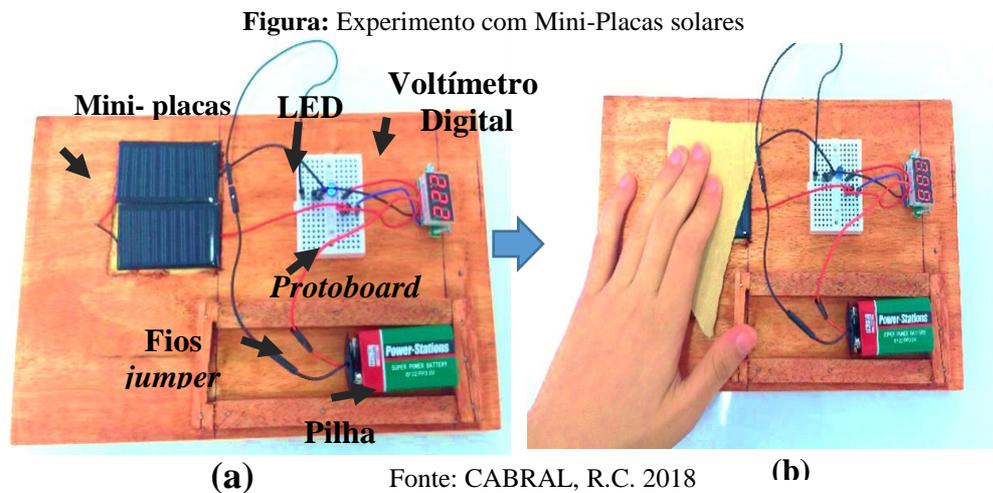
desse experimento é que os alunos identifiquem os conceitos relacionados com um circuito elétrico (voltagem, corrente, condutividade) e o caminho percorrido pela corrente elétrica de acordo com os materiais disponíveis, conforme a atividade 1 da **Ficha 3**.

Para finalizar o encontro, será aprofundada a discussão da função de cada componente eletrônico do circuito por meio de uma aula dialogada.

ENCONTRO 10- APROFUNDAMENTO DO ESTUDO DO EFEITO FOTOVOLTAICO (SEMICONdutoRES) E CONSTRUÇÃO DE UM CIRCUITO FOTOVOLTAICO COM MATERIAIS ELETRÔNICOS SIMPLES.

Nesse encontro, será proposta a montagem de um circuito simples, baseado na atividade anterior, porém, agora utilizando mini painéis solares para obter a voltagem necessária para acender o LED, seguindo a atividade 2 da Ficha 3.

Após isso, irá ser realizado um circuito utilizando um voltímetro digital similar ao da figura abaixo para observar a variação da tensão em diferentes configurações da exposição das placas a luz solar.



Observa-se ainda que a figura (a) apresenta uma situação em que as *mini-placas* estão expostas a luz solar ambiente, já no caso da figura (b) é evitado a incidência de luz por um papel escuro onde se verifica uma tensão nula.

Com estas atividades, o estudante irá explorar na prática uma tecnologia que se utiliza do efeito fotovoltaico, sendo interessante por permitir que os estudantes verifiquem que a tensão varia conforme varia a intensidade da luz que incide nas placas. Também é importante para que eles percebam que para cada cor de LED a tensão varia e quando não há incidência de luz a tensão é mínima. Para maior entendimento, esse efeito acontece através de uma conversão direta de energia luminosa em eletricidade.

ENCONTRO 11 - CONSTRUÇÃO DE UMA CASINHA FOTOVOLTAICA COM A METODOLOGIA DO DESENHO DE PROJETO DE ENGENHARIA

Nessa etapa, pretende-se motivar os alunos a construírem um protótipo de casa que será movida a energia solar, trabalhando habilidades associadas com o letramento de engenharia, conforme a atividade 3 da **Ficha 3**. Alternativamente, o professor pode apresentar o Roteiro Experimental 2.

Figura: Maquete de sistema fotovoltaico



Acervo pessoal

ENCONTRO 12 - MONTAGEM DE UMA MAQUETE CRIATIVA.

Ao final da construção de diversas casinhas fotovoltaicas, é incentivado aos alunos fazerem a montagem das casinhas em uma única maquete para simbolizar uma pequena cidade fotovoltaica. Nesse encontro será indispensável que os alunos utilizem sua criatividade artística, sendo portanto, a etapa do projeto de engenharia que os alunos devem avaliar e redesenhar seus produtos.

Para finalizar essa etapa, os alunos devem responder a atividade 4 da **Ficha 3**.

ETAPA 4: POSSO MUDAR A FONTE DE ENERGIA ELÉTRICA DE MINHA CASA?

Esta última etapa terá como principal objetivo o aprofundamento na aprendizagem desenvolvida, em particular no contexto da realidade do aluno.

Para tanto, será necessário o domínio de operações matemáticas para realizar o cálculo de consumo energético utilizando painéis solares como aplicação dos ensinamentos na realidade do estudante.

QUADRO 6: Planejamento da quarta etapa

CONTEÚDO	POSSÍVEIS QUESTÕES	METODOLOGIA DIDÁTICA	DURAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo do consumo energético mensal • Cálculo da quantidade de painéis solares utilizados para reduzir os custos econômicos na própria residência. 	<ul style="list-style-type: none"> • Como fazer o cálculo de consumo energético? • Quantas placas solares eu necessito para reduzir os custos econômicos da minha residência? • O que a energia solar pode contribuir para redução dos impactos energéticos? 	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva e dialogada. 	<p>3 DIAS</p> <p>12 horas</p>

POSSÍVEIS QUESTÕES LEVANTADAS PELOS ESTUDANTES:

- Como fazer o cálculo de consumo energético?
- Quantas placas solares eu necessito para reduzir os custos econômicos da minha residência?
- O que a energia solar pode contribuir para redução dos impactos energéticos?

OBJETIVOS DA ETAPA:

Objetivo Geral:

- Aprofundar as competências e habilidades trabalhadas durante o projeto, contextualizando para a realidade do estudante.

Objetivos Específicos:

- Mobilizar os estudantes para aplicar matematicamente os cálculos de consumo energético
- Contribuir para compreensão das vantagens econômicas do uso de painéis solares.
- Expor os resultados obtidos

TEMAS ABORDADOS:

- Cálculo do consumo energético mensal
- Cálculo de quantos painéis solares devem ser utilizados para reduzir os custos econômicos na própria residência.

COMO ABORDAR:

Propomos que essa etapa seja desenvolvida em três encontros com duração de quatro horas-aula cada.

ENCONTRO 13 - VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM NA GERAÇÃO DA ENERGIA SOLAR

Para que seja feito o cálculo de consumo mensal de energia, é necessário que os alunos conheçam algumas variáveis que interferem no consumo de energia fotovoltaica. Dessa forma, nesse encontro deve-se realizar uma aula expositiva e dialogada utilizando recurso audiovisual para ilustrar a respeito de algumas variáveis que interferem em um consumo ideal de energia de um sistema fotovoltaico. Essa aula irá principalmente expor imagens e fundamentos que apresentem esses fatores logísticos e climáticos.

Apresentaremos a **Leitura 4** para destacar alguns desses fatores tais como a inclinação dos painéis solares, sua direção, posição, latitude, longitude, sombreamento, variações de temperatura, incidências de chuvas, entre outros fatores, que podem influenciar diretamente na geração de energia proveniente dos painéis solares.

ENCONTRO 14- CÁLCULO CONSUMO DA ENERGIA ELÉTRICA DA ESCOLA/CASA.

Nesse encontro os alunos irão aprender matematicamente a realizar os cálculos de consumo de energia utilizando as grandezas: tempo, energia e potência. Dessa forma, novamente irão precisar ter acesso às “contas de energia elétrica” de suas residências para ter o valor médio de consumo mensal e assim fazer o cálculo de quantos painéis solares seriam necessários para abastecer sua residência. O embasamento teórico deverá ser discutido em sala de aula a partir das informações obtidas na **Leitura 5**.

As atividades 1 e 2 da **Ficha 4** se referem a esse encontro.

ENCONTRO 15 - FINALIZAÇÃO DO PROJETO E EXPOSIÇÃO

Essa última etapa será de autoavaliação e avaliação do projeto.

Dessa forma, pretende-se organizar uma apresentação expositiva de cada equipe, para refletir sobre seu desempenho individual e coletivo no desenvolvimento do Projeto,

relembrando cada etapa, discutindo também os resultados gerais do processo de avaliação, com base nas rubricas.

Os alunos devem responder a atividade 4 da Ficha 4, individualmente.

Se possível, pede-se expor os resultados do projeto para a comunidade escolar e em geral.

QUADRO 7: Cronograma geral da proposta didática

ETAPAS	CONCEITOS ABORDADOS	METODOLOGIA DIDÁTICA	CARGA-HORÁRIA DIÁRIA	CARGA-HORÁRIA TOTAL
ETAPA 1 Por que mudar a fonte de geração de energia elétrica em minha casa?	Escrita das possíveis questões norteadoras	Aula expositiva dialogada	4H	12H - 3 dias
	Análise da conta de luz			
	Estudo das matrizes energética e elétrica mundial e nacional			
ETAPAS 2 O que sabemos sobre energia?	Definição de energia e tipos de energia	Ensino por investigação	4H	20H – 5 dias
	O Sol como fonte de energia			
	Construção do espectroscópio e análise de diferentes fontes com a metodologia do ensino por investigação			
	Estudo da Interação da luz com a matéria (efeitos fotoelétrico)			
	Estudo de algumas tecnologias associadas com a interação da luz com a matéria			
ETAPA 3 Como aproveitar a energia solar?	Estudo de circuitos elétricos	Desenho de projeto de engenharia	4H	16H – 4 dias
	Aprofundamento do estudo do efeito fotovoltaico (semicondutores) e construção de um circuito fotovoltaico com materiais eletrônicos simples.			
	Construção de uma casinha fotovoltaica com a metodologia do desenho de projeto de engenharia.			
	Montagem de uma maquete criativa.			
ETAPA 4 Posso mudar a fonte de energia elétrica de minha casa?	Variáveis que influenciam na geração da energia solar	Aula expositiva dialogada	4H	12H – 3 dias
	Cálculo consumo da energia elétrica da escola/casa.			
	Finalização do projeto e exposição.			

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos aqui uma proposta didática pensada para ser implementada no contexto do Novo Ensino Médio, em um itinerário formativo relacionado com Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Nesse sentido, ela foi desenvolvida e implementada em 60 horas, distribuídas em encontros semanais de 4 horas.

Durante a implementação da proposta, os alunos trabalham habilidades de pesquisa, de engenharia, de matemática e artes, ao mesmo tempo que aprofundam seus conhecimentos de conceitos e conteúdos específicos de cada uma destas componentes curriculares.

A abordagem didática considerada foi a Aprendizagem baseada em Projetos com enfoque STEAM, e o projeto explorou a geração e distribuição de energia elétrica. Os resultados da implementação da proposta indicaram um grande envolvimento dos estudantes no desenvolvimento das atividades, bem como melhora no domínio dos conteúdos específicos.

REFERÊNCIAS

BAJAY, Sérgio. Et al. **Geração distribuída e eficiência energética**: Reflexões para o setor elétrico de hoje e do futuro. 1ª edição. IEI - *Internacional Energy initiative brasil*. Campinas, 2018.

BENDER, Wiliam N. **Aprendizagens baseadas em projetos**: Educação diferenciada para o século XXI. Editora Penso. Porto Alegre, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais**: ensino médio. Brasília: MEC / SEB, 2000.

_____. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério de Educação. Brasília: MEC / SEB, 2018.

DUFRANC, I. M. G. VILAGRÁ, J. Á. M. **Proyectos STEAM para la Educación Primaria: Fundamentos y aplicaciones prácticas**. Editora Dextra. Espanha, 2018.

GRANT, M.M. **Gettting a grip on project-basead learning: Theory, cases and recommendations**. *Meridian, Releigh*, v 5, n 1, 2002. Disponível em <<http://www.ncsu.edu/meridian/win2002/514/>> Acesso em: 15 de janeiro de 2022.

GOLDEMBERG, J. LUCON, O. **Energias renováveis**: um futuro sustentável. Revista USP. São Paulo, n.72, p. 15, dezembro, 2007.

IEA. **Internacional Energy Agency**. Disponível em: <https://www.iea.org/>. Acesso em: 8 de maio de 2021.

MIOTTO, Ronei. FERRAZ, Armando Corbani. **Introdução à Física Quântica**. EdUFABC. São Bernado do Campo, 2017.

PEREZ, Silvana. **La competencia científica en las actividades de aprendizaje incluidas en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza**. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 17(2), 2101. 2020.

POZO, J. I. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5ª Ed. Artmed. Porto alegre, 2009.

ETAPA 1:

FICHA 1

Equipe:

1. Com base na discussão realizada, escreva pelo menos 3 perguntas que o projeto buscaria responder:

PERGUNTA 1

PERGUNTA 2

PERGUNTA 3



3. Em qual desses meses você observou que ocorre um maior consumo? Como você explica isso?

4. A partir dos conhecimentos adquiridos sobre os impactos energéticos e da **Leitura 1**, faça com as suas palavras um breve comentário sobre os problemas e como podemos resolvê-los:

ETAPA 2:

FICHA 2

Equipe:

1. Com base no que acabamos de conversar, cite os tipos de energia que você conhece e comente um pouco sobre cada um deles:

1. Preencha os quadros abaixo, com base nas etapas da investigação científica sobre o espectro eletromagnético:



Pergunta de investigação



Hipóteses

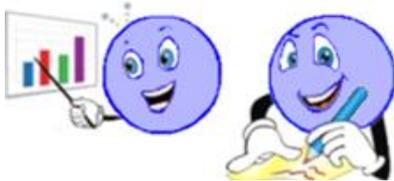


Desenho experimental

Fonte	Hipótese	Observação	



Coleta de dados



Conclusão

3. Todos os dias ficamos expostos a vários tipos de radiações. Seja numa clínica para se realizar um exame com raios X ou simplesmente andando pelas ruas, nosso organismo é constantemente bombardeado por elas. Marque a alternativa que apresenta a radiação de maior penetração no organismo humano.

- (a) Luz visível
- (b) Raios gama
- (c) Infravermelho
- (d) Ultravioleta

4. Muitas portas de segurança dos *shoppings* e casas funcionam através de sensores fotoelétricos, que abrem e fecham sozinha na presença de uma pessoa. Marque corretamente a alternativa que você imagina que funciona algumas portas automáticas?

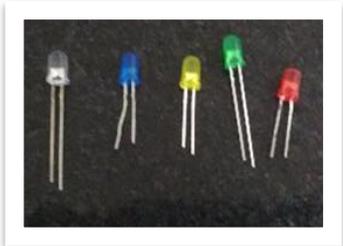
- (a) através da conversão de um sinal luminoso (luz ou sombra) em um sinal elétrico que possa ser processa por um circuito eletrônico.
- (b) através do som produzido pelos passos do individuo
- (c) através de comandos de movimento da pessoa
- (d) através do número de passos dados pela pessoa em movimento.

ETAPA 3:

FICHA 3

Equipe:

1. Considere os materiais disponíveis: LED, pilhas de 1.5V e fios. Vamos agora fazer uma nova investigação científica



Pergunta de investigação

COMO FAZER, COM OS MATERIAIS DISPONÍVEIS, A LÂMPADA DE LED ACENDER?

Faça a hipótese de funcionamento, por meio de um desenho de montagem experimental.



Hipóteses

Hipótese (desenho da montagem)	Observação (acende? S/N)

Experimento: agora teste a montagem e veja se funcionou. Se não, teste novas montagens até encontrar uma que funcione. Na tabela abaixo, desenhe algumas delas



Conclusões

Four horizontal lines for drawing conclusions, enclosed in a blue rounded rectangular border.

2. Agora ao invés de utilizar a pilha, descubra como conectar o LED a um conjunto contendo dois mini painéis solares de 5V cada, para que o LED seja aceso.

Faça aqui um desenho com o esquema da ligação de fios necessária para o funcionamento.

A large empty rounded rectangular box for drawing a wiring diagram.

ETAPA 3:

FICHA 3

Equipe:

3. Preencha os quadros abaixo, com base nas etapas de desenvolvimento de um projeto de engenharia.



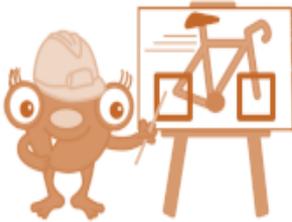
Define o problema/desafio

Agora, esboce o circuito elétrico necessário para a montagem da casa, e da própria casa com o circuito.



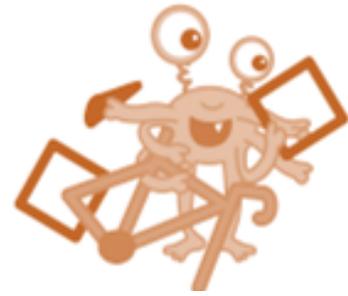
imagina o produto

Uma vez imaginado o produto, veja a disponibilidade de materiais e comece a planejar as etapas para a montagem do protótipo



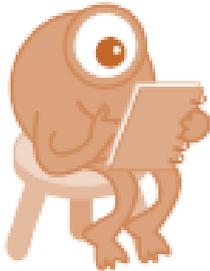
Planeja e desenha

Agora, mãos na massa! Hora de fazer o protótipo com base no planejamento. Comece pela montagem do circuito e da casa. Não se esqueça de pensar por onde a fiação irá passar e onde serão colocadas as mini placas e a lâmpada.



Desenvolve o produto

Finalmente, teste seu protótipo, melhore e capriche na
sinha!



Teste o protótipo, melhore o produto

4. Como funciona o efeito fotovoltaico e como ele se aplica:

Justifique:

2. No seu ponto de vista, o que esse projeto contribuiu para sua vida.

ROTEIRO EXPERIMENTAL

EXPERIMENTO DO ESPECTROSCÓPIO

Os materiais utilizados para construção do espectroscópio foram: Fita isolante, fita adesiva, papel cartão, 1 CD, cola, régua, estilete, tesoura.

Construção do Espectroscópio

- Criar uma pequena caixa com papel cartão cujas dimensões sejam aproximadamente 4 cm de diâmetro e de 7 a 10 cm de comprimento, ou utilize uma caixa de perfume vazia ou similar.
- Em uma das tampas, use um estilete para recortar uma fenda fina (mais ou menos 2cm x 1mm). Já na outra tampa, faça uma abertura no centro (mais ou menos 1cm x 1cm).
- Retire a película refletora do CD usando fita adesiva (grude-a na superfície e puxe-a, como numa depilação). Se necessário, faça um pequeno corte com a tesoura no CD para facilitar o início da remoção.
- Depois de retirada a película, recorte um pedaço do CD (mais ou menos 2cm x 2cm). Utilize preferencialmente as bordas, pois as linhas de gravação (que não enxergamos) são mais paralelas, conseqüentemente a imagem será melhor. É importante fazer uma marcação no pedaço recortado do CD para não esquecer qual a orientação das linhas (em qual posição as linhas são paralelas).
- Cole as tampas no cilindro, deixando a fenda alinhada com a abertura. Fixe o pedaço recortado do CD na tampa com a abertura, usando a fita isolante apenas nas bordas. Alinhe as linhas de gravação paralelamente à fenda do espectroscópio, assim as imagens que observaremos também estarão alinhadas com a fenda. Para evitar que a luz penetre no interior do tubo por eventuais frestas, utilize fita isolante para vedar os pontos de união entre o cilindro e as tampas.



ROTEIRO EXPERIMENTAL

MONTAGEM DA CASINHA FOTOVOLTAICA

Os materiais necessários são: Régua, lápis, tesoura, estilete, cola de isopor, folha de isopor ou ou papelão, duas mini-placas fotovoltaicas de 5 Volts, fita isolante, fios de conexão elétrica um LED colorido de 5mm.

1º PASSO:

Construção da casinha

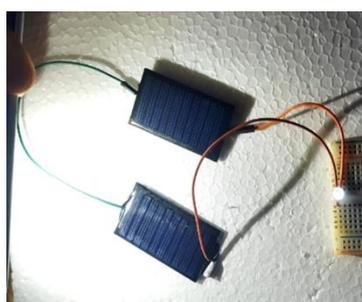
- Corte o isopor ou papelão em cinco retângulos de tamanhos proporcionais conforme quiser, indica-se dimensões de 10x7cm, porém pode-se utilizar dimensões ainda maiores para construir uma casinha maior. Para isso utilize a régua, lápis para medir corretamente as dimensões.
- Grude os quatro pedaços de isopor ou papelão que foram cortados no intuito de fazer uma caixa fechada com cola.
- Para fazer o telhado da casinha utilize dois pedaços de isopor um pouco maiores colocar em forma triangular.
- Utiliza-se a sua criatividade para criar os detalhes de *designer* da casa conforme você desejar.

Figura: Modelos de casinhas

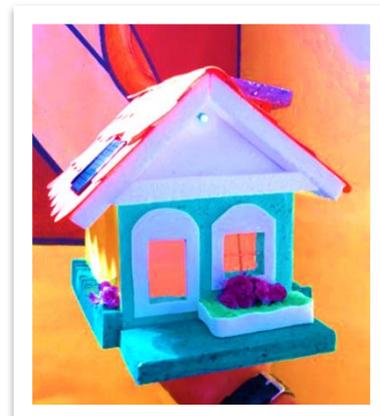


2º PASSO:

Montagem do circuito na casinha



- Fixe os dois fios nas duas extremidades de cada placa, uma negativa e outra positiva conectando o fio positivo na haste (perna) maior do LED que corresponde o lado positivo e o fio negativo da placa na haste (perna) menor d que corresponde ao lado negativo.
- Faça o teste acendendo uma lanterna para observar se o LED irá ou não acender.
- Coloque as placas solares no telhado da casinha com uso da fita isolante e faremos um pequeno buraco no telhado abaixo das placas para colocar os fios na parte interna da casa e apenas o LED amostra na parte externa.
- Aproxima-se as placas solares de alguma fonte de iluminação, o sol, por exemplo e assim veja o comportamento do LED.

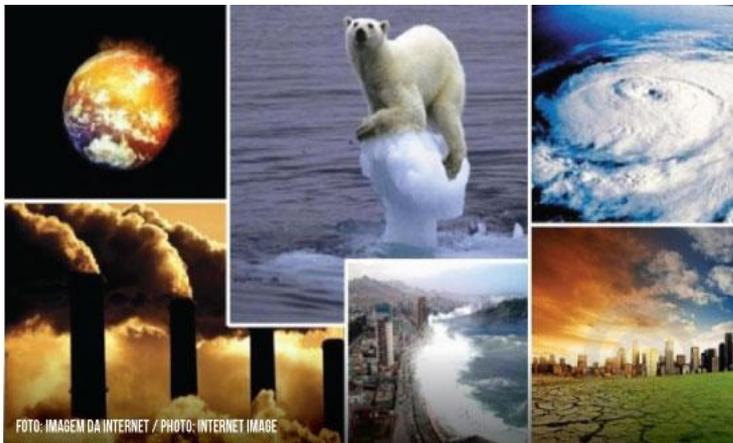


LEITURA 1

Estamos cansados de ouvir nos noticiários jornalísticos como as mudanças climáticas têm provocado alterações no meio ambiente. Essas mudanças provêm, em grande parte, de fatores antropológicos, isto é, da ação humana sobre o ambiente. O uso de materiais não biodegradáveis e o consumo excessivo de produtos que contribuem com a emissão de gases poluentes da atmosfera são exemplos desses fatores.

Esse cenário é devido a dependência do mundo do uso de combustíveis fósseis, como petróleo,

Figura: Impactos do setor energético: Aquecimento global



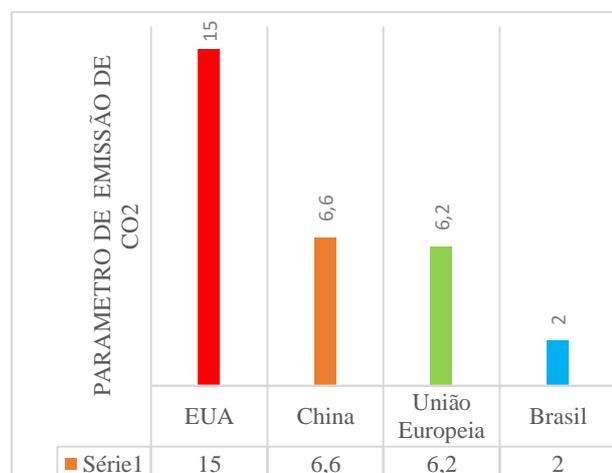
Fonte: <https://www.sbmt.org.br/portal/relacao-explosiva-aquecimento-global-e-doencas-tropicais/>

carvão mineral e gás, que historicamente foram os primeiros meios de sustento energético do mundo, desde a revolução industrial. Essa dependência tende a piorar com o aumento do consumo de bens e serviços, isto é, com a necessidade econômica e tecnológica industrial que amplia consequentemente os danos ao meio ambiente (WALDHELM, 2020).

De acordo com as empresas de pesquisa energética, que publicam anualmente o Balanço Energético Nacional (BEN), mantendo uma tradição iniciada pelo Ministério de Minas e Energia, a emissão antrópica de gás carbônico per capita no Brasil e nos demais países do mundo, com projeções até 2017, tem a configuração de acordo com o gráfico ao lado.

Como consequência desse aumento de emissões de CO₂, podemos citar alguns dos problemas ambientais causados, como o derretimento das calotas polares, a dificuldade de acesso à água potável, bem como o aumento de fenômenos naturais extremos como secas intensas, furacões, tufões entre outros. Sobretudo, ainda se pode complementar que:

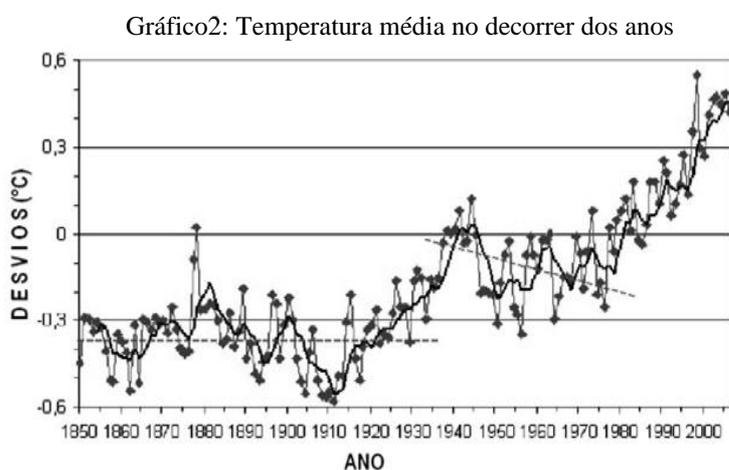
Gráfico: Emissões de Gás Carbonico Per capita em 2016



Fonte: Agência Internacional de Energia. Elaboração: EPE. Disponível em: [Publicações \(epe.gov.br\)](http://publicacoes.epe.gov.br). Acesso em: 15 de fev de 2022

O uso de energia, seja por meio de combustíveis fósseis ou nucleares, da exploração em grande escala da hidroeletricidade ou, ainda, de recursos de biomassa, provoca os mais severos impactos ambientais tanto em nações em desenvolvimento como naquelas industrializadas. Isso inclui poluição do ar, geração de lixo radioativo, sedimentação das bacias dos rios, desmatamento, erosão do solo etc (SWISHER, J. JANNUZZI. G. M. REDLINGER R, 2018. p. 16)

Complementando, pode-se evidenciar que o aquecimento global, sendo gerado pelo aumento da emissão dos gases que produzem o efeito estufa na atmosfera, provoca também o aumento do volume dos oceanos decorrente do maior volume de águas líquidas resultante do processo de derretimento das calotas polares e das geleiras continentais do planeta. Esse maior volume dos oceanos implica em um aumento do nível médio do mar. Esse panorama para verificar esse aumento foi resultado da análise de diversas pesquisas que apontaram que o nível do mar está ficando cada vez mais alto (CAMPOS, 2014).



Observa-se, no gráfico 2, os desvios de temperatura atmosférico global. Infere-se do gráfico que até aproximadamente 1920 houve a princípio uma variabilidade interanual, embora relatos expressivos de aumento de calor em determinadas regiões, todavia, hoje observa-se um acelerado aquecimento global. De fato, tem-se que entre os períodos de 1961-1990, houve um aumento em torno de 0,7°C quando comparado com 1850. De acordo com as

situações de Campos (2012), uma outra pesquisa já observou que entre os períodos de 1850 a 2010 houve em média um aumento do nível do mar de 24 centímetros.

O acúmulo de gás carbônico também provoca a acidificação nos oceanos. Essa acidez da água dos oceanos provoca mudanças irreversíveis em suas propriedades químicas prejudicando consideravelmente organismos marinhos, principalmente os que dependem de estruturas calcárias, tais como os recifes de corais, moluscos e equinodermos, e outros organismos, os quais necessitariam habitar em um ambiente menos ácidos (ALVES, 2014).

Com base nisso, faz-se necessário que haja uma preocupação da humanidade acerca da geração e do consumo de energia, seja ela elétrica ou de outra forma, sendo de fundamental importância desenvolver meios de gerar energia principalmente por meio de fontes renováveis e limpas, de forma a contribuir para a preservação ambiental.

A energia proveniente de fontes renováveis pode ser entendida como sendo aquela que provem de fontes naturais como o Sol, a chuva, o vento, as marés e energia geotérmica. Assim,

[...] as fontes renováveis de energia são repostas imediatamente pela natureza; é o caso dos potenciais hidráulicos (quedas d'água), eólicos (ventos), a energia das marés e das ondas, a radiação solar e o calor do fundo da Terra (geotermal). A biomassa também é uma fonte renovável de energia e engloba diversas subcategorias. (GOLDEMBERG, J. LUCON, 2007. p.9)

Conforme Goldemberg (2007) aborda, temos hoje a possibilidade de reverter o cenário de poluição ambiental procurando tomar atitudes imediatas de intervenção utilizando as fontes de energia renovável como solução imediata para benefício do ambiente.

Portanto, nesse cenário desafiador, deve-se pensar estratégias de intervir nesses impactos ambientais, a partir da utilização de fontes energéticas que irão assegurar e garantir os recursos do meio para as próximas gerações.

Referências:

ALVES, B. G. R. **Efeitos da acidificação dos oceanos nos processos biogênicos em sedimentos costeiros**: Experimentos in situ e em laboratório. Dissertação da Universidade de São Paulo. Instituto de Oceanografia. São Paulo, 2014.

CAMPOS, Edmo J. D. **O papel do oceano nas mudanças climáticas globais**. REVISTA USP. n. 103 P. 55-66. São Paulo, 2014.

CARNEVALLE, Rosa. **Moderna em Projetos**: Ciências da Natureza e suas Tecnologias. 1ª Edição. Editora Moderna. São Paulo, 2020.

EPE. Empresa de pesquisa energética/ Agência Internacional de Energia. **Balanco energetico Nacional 2019**: Relatório Síntese - Ano Base 2018. Elaboração: EPE. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019>. Acesso em: 15 de fev de 2022

GOLDEMBERG, J. LUCON, O. **Energias renováveis**: um futuro sustentável. Revista USP. São Paulo, n.72, p. 15, dezembro, 2007.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero. **Aquecimento Global**: Uma Visão Crítica. Revista Brasileira de Climatologia. ISSN: 1980-055X. Agosto, 2008.

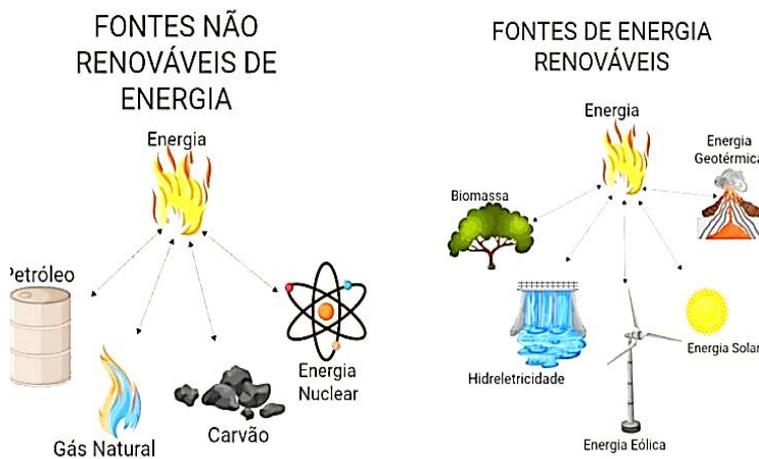
WALDHELM. Monica. **Integração e protagonismo**: Ciências Naturais e suas tecnologias. Editora Brasil. São Paulo, 2020.

SWISHER, J. JANNUZZI. G. M. REDLINGER R. **Planejamento integrado de recursos energéticos**: Oferta, demanda e suas interfaces. 2ª Edição IEI Brasil. Campinas, 2018.

LEITURA 2

A matriz energética mundial diz respeito as fontes utilizadas para produção de energia no mundo. No cenário mundial, a fonte de energia térmica convencional, que envolve a queima de combustível fóssil, ainda é a principal componente desta matriz, mesmo com o decorrer dos anos e com o avanço das pesquisas em torno de fontes de energia limpas e renováveis.

Figura 2: Fontes de energia renováveis e não renováveis

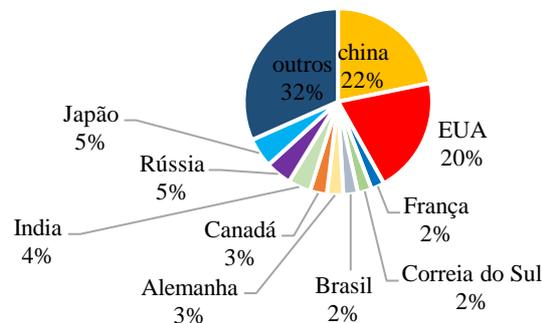


Fonte: <https://escolaeducacao.com.br/plano-de-aula-sobre-energias/>

Essas fontes alternativas de energia conhecidas são provenientes de recursos naturais ou artificiais. Porém, apesar desse conhecimento, o petróleo ainda é a principal fonte utilizada no mundo, mesmo sendo considerada uma fonte de energia não renovável, ou seja, que depende de processos em escala de tempo geológica, com esgotamento de recursos prejudiciais ao ambiente (POZO, 2009) e não limpa.

Os principais consumidores de energia energética são a China e em seguida os Estados Unidos da América, conforme o gráfico abaixo mostra.

Gráfico 3: Matriz energética mundial



Fonte: www.senado.leg.br/emdiscussão/edicoes/o-desafio-da-energia/mundo.2020

No contexto nacional, por volta de 1970, houve um grande aumento no preço do petróleo importado de outros países para o Brasil. Isso gerou grandes impactos no setor econômico e financeiro nacional, levando ao questionamento sobre os métodos adotados que se baseavam essencialmente no

petróleo como fonte energética. Isto porque, até então outras fontes de energia que não eram interessantes economicamente devido seus altos valores passaram a ser consideradas no planejamento motivadas pelo aumento do preço do petróleo (SWISHER, J. JANNUZZI. G. M. REDLINGER R. 2018).

Dessa forma, como tentativa de reduzir a dependência externas de combustível para gerar energia elétrica no Brasil, buscou-se a partir de 1970 investir na exploração e produção de energia nacional com uso de óleo bruto e criação de novas usinas hidroelétricas. Essa medida foi tomada para tentar substituir o elevado consumo de petróleo importado, o que impulsionou a sua estabilidade nas décadas de 1980 até início da década de 1990, motivados pela implementação de programas de substituição de combustível, como programa Nacional do Álcool (Proálcool) (SWISHER, J. JANNUZZI. G. M. REDLINGER R. 2018).

Mundialmente, compreendemos que os países, de 1980 a 2011, ainda tem mantido a energia térmica convencional como fonte de energia principal, seguida pelo uso das hidroelétricas que até então é a principal fonte energética no Brasil.

Gráfico 4: Panorama de energia por fonte em 1980

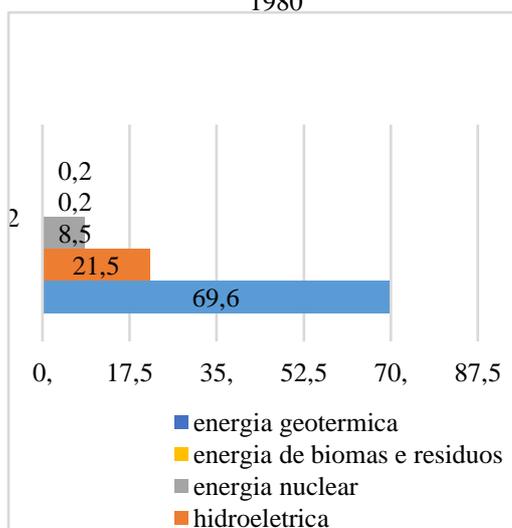
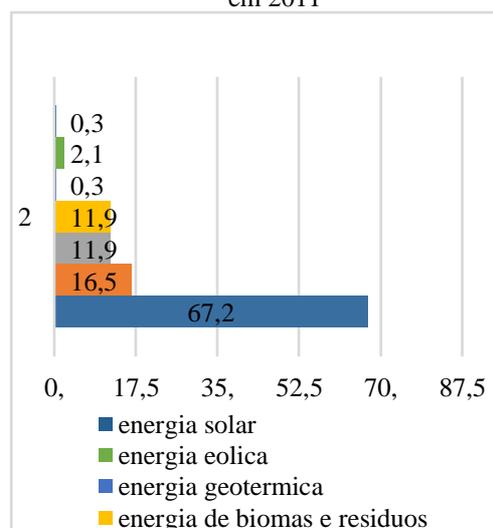


Gráfico 5: Panorama de energia por fonte em 2011



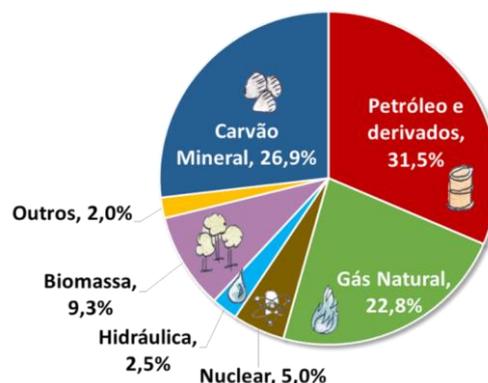
Fonte: www.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/o-desafio-da-energia/mundo.2021

Com o decorrer dos anos, o uso e consumo de energia proveniente de outras fontes de energia vem sendo bastante desenvolvida, não apenas no Brasil como no mundo todo.

No cenário mundial, até meados de 2018 observa-se grande parte de utilização de carvão mineral, biomassa, energia hidráulica, gás natural. Entretanto, o uso de petróleo e seus derivados ainda é o tipo de energia mais consumido mundialmente.

De acordo com a IEA (*Internacional Energy Agency*), isto é, a Agência Internacional de Energia, as fontes renováveis provenientes de energia solar, eólica e geotérmica correspondem em torno de 2% de energia utilizada no cenário mundial, de modo que a energia hidráulica e de biomassa correspondem as energias renováveis mais utilizadas, tendo em base 2,5% e 9,3% respectivamente, totalizando cerca de 14% de energia renováveis utilizadas no mundo.

Gráfico 6: Porcentagens das principais fontes energéticas no mundo



Fonte: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>

Referências:

EPE. Empresa de pesquisa energética/ Agência Internacional de Energia. **Balanco energetico Nacional 2019: Relatório Síntese - Ano Base 2018**. Elaboração: EPE. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019>. Acesso em: 15 de fev de 2022.

IEA. *Internacional Energy Agency*. Disponível em: <https://www.iea.org/>. Acesso em: 8 de maio de 2021.

POZO, J. I. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5ª Ed. Artmed. Porto alegre, 2009.

WALDHELM. Monica. **Integração e protagonismo**: Ciencias Naturais e suas tecnologias. Editora Brasil. São Paulo, 2020.

SWISHER, J. JANNUZZI. G. M. REDLINGER R. **Planejamento integrado de recursos energéticos**: Oferta, demanda e suas interfaces. 2ª Edição IEI Brasil. Campinas, 2018.

LEITURA 3

Paulo Hewit (2002) considera que o conceito de energia, comparado a todos os conceitos da ciência, é o mais central e complexo. Isso devido o estudo sobre energia permear todos os campos da física, desde a macroscópica, tal como cinemática, até explicar o movimento de partículas subatômicas dentro dos campos de calorimetria, eletromagnetismo ou física quântica.

O que podemos definir é que a energia pode explicar os processos de transformação da natureza e deve estar relacionada com a matéria, pois sua combinação é capaz de explicar o processo de mudanças observáveis na natureza como propriedade intrínseca da matéria e chegar até nós por meio de ondas eletromagnéticas.

São diversas formas como a energia pode se manifestar. Entre as principais formas de como ela se comporta se dá a sua classificação, sendo algumas delas

Energia mecânica (cinética e potencial)



Fonte: <https://www.vezdavoiz.com.br/o-que-significa-sonhar-com-montanha-russa/>

Energia térmica



Fonte: <https://www.institutoconfucio.com.br/os-superpoderes-da-wok/>

Energia elétrica



Fonte: <https://www.iped.com.br/materias/cotidiano/conceitos-energia-eletrica.html>

Energia luminosa



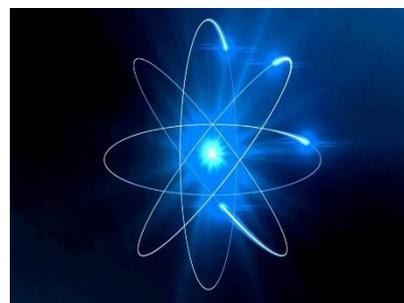
Fonte: <https://www.preparaenem.com/fisica/refracao-luz.htm>

Energia química



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/pilhas-baterias-primarias-secundarias.htm>

Energia atômica



Fonte: <https://blog.maxieduca.com.br/teoria-atomo/>

A definição e característica desses tipos de energia são descritas na tabela abaixo:

PRINCIPAIS TIPOS DE ENERGIA	
<u>Energia Mecânica</u>	Energia associado ao movimento. Junção da Energia cinética (capaz de realizar movimento) e energia potencial (energia armazenada que pode gerar movimento).
<u>Energia Térmica</u>	a soma das energias cinéticas e potenciais doa átomos e moléculas que constituem um sistema termodinâmico.
<u>Energia Elétrica</u>	a principal fonte de energia do mundo, produzida a partir do potencial elétrico de dois pontos de um condutor.
<u>Energia Química</u>	Tipo de energia que está armazenada em todas as matérias com ligação químicas, sendo liberada a partir da quebra dessas ligações.
<u>Energia Atômica</u>	Energia liberada em uma reação nuclear em processos de transformação de núcleos atômicos.
Energia luminosa	Radiações eletromagnéticas provenientes do Sol e de outras fontes luminosas.

Nesse sentido, os tipos de energia se relacionam entre si, uma vez que ela tem a capacidade de ser transformada de uma forma a outra. Isso é chamado de “princípio de conversão de energia”. Esse princípio afirma que a energia não pode ser criada e nem destruída, mas transformada ou transferida de um sistema a outro (NUSSENZVEIG, H. M. 1998).

Esse processo de transformação de energia é a base fundamental para o funcionamento de diferentes fontes de energia. As fontes de energia podem ser: fontes de energias renováveis (solar, eólica, biomassa, hidráulica) e não-renováveis (petróleo, gás naturais, carvão e energia nuclear).

Figura 4: Newton e a experiencia com prisma



Fonte:
<http://www.biografiaisaacnewton.com.br/2013/12/Experimentos-de-Isaac-Newton-estudos-com-a-Optica.html>

Nesse sentido, vemos que a energia, diferente da matéria, é um conceito abstrato, e por sua existência nada objetiva foi ignorada por Isaac Newton. Porém mesmo sem reconhecer a existência de energia, *Isaac Newton* estudou a luz, analisando sua passagem por prismas.

Para tanto, *Newton* considerou a posição, ângulo e geometria para compreender os raios incidente e refratado nos dois lados do prisma. Assim, a hipótese dada por ele para explicar esse fenômeno era que a luz branca é uma mistura homogênea de raios de todas as cores do espectro, onde considerou apenas sete cores como principais, uma vez que o

prisma simplesmente separava esses raios componentes sem produzir nenhuma mudança no feixe de luz branca. (SILVA & MARTINS, 1996).

O conceito de energia também está envolvido na propriedade intrínseca da matéria. Isso devido a teoria de Bohr que diz que os elétrons estão distribuídos conforme suas distâncias em relação ao núcleo, descrevendo órbitas circulares ao redor deste sem ganhar ou perder energia. Assim, no modelo de Bohr, há várias órbitas circulares em um átomo, e cada uma delas tem um determinado valor energético. Dependendo do número de elétrons que possui, o átomo pode apresentar vários níveis eletrônicos ou camadas de energia (NUSSENZVEIG, H. M. 1998).

Robert Bunsen, em 1859, *Kirchhoff* realizaram experimentos capazes de notar que se passassem uma luz branca do bico de Bunsen, como a luz solar, pela luz amarela emitida pelo sódio e o prisma fosse atravessado para gerar o espectro. Os resultados obtidos por *Kirchhoff e Bunsen*, permitiram a dedução que cada elemento emite em determinadas condições um espectro característico exclusivamente desse elemento. Por meio dessas descobertas, descobriu-se que essas linhas espectrais não é só uma propriedade fundamental da matéria, mas também um poderoso método de análise (CATELLI, F. PEZZINI, S. 2002)

Referências:

CATELLI, F. PEZZINI, S. **Observando Espectros Luminosos** - Espectroscópio Portátil. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 2, ago. 2002.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 09 ed. Porto Alegre: *Bookman*. 2002.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica**. Vol 4. São Paulo, Editora Blucher, 1998.

SILVA, Cibelle Celestino. MARTINS, Roberto de Andrade. **A nova teoria sobre a luz e cores de Isaac Newton**: uma tradução comentada. Revista Brasileira de Ensino de Física. 18 (04). 313-27, 1996.

LEITURA 4

O Sol é a principal fonte de energia do nosso planeta. A energia proveniente dele é transmitida pelo espaço em forma de onda eletromagnética e chega à superfície terrestre, que anualmente uma quantidade abundante de energia solar em forma de radiação eletromagnética (HEWITT, 2002).

Na física, existe uma grandeza empregada para quantificar a energia proveniente do sol, chamada de irradiância. Ela é expressa na unidade W/m^2 (Unidade de potência por Área). Vale ressaltar que os sensores de radiação solar medem na superfície da Terra uma irradiância de aproximadamente $1000 W/m^2$. Por sua vez, a potência é a grandeza que expressa a energia transportada dentro de um determinado intervalo de tempo. Nesse sentido, quando maior for a potência da radiação solar, maior será a energia ela transporta. (HEWITT, 2002).

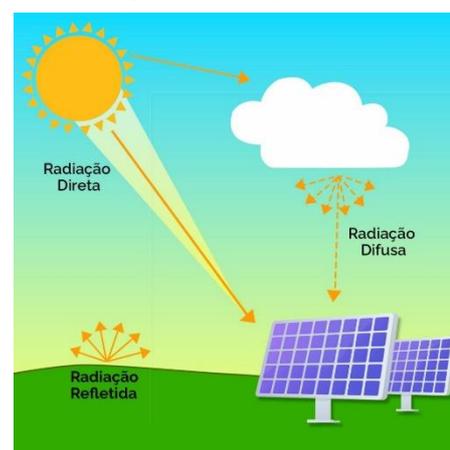
Outra grandeza da física muito importante também quando se trata de energia solar é a Insolação, que corresponde à grandeza utilizada para expressar energia solar que incide em uma determinada área da superfície plana ao longo de um intervalo de tempo, medida na unidade de Wh/m^2 (watt-hora por metro quadrado) (VILLALVA, 2012).

Podemos obter o valor da insolação de determinada localidade terrestre através da ferramenta u chamada de “calculadora solar”, disponível gratuitamente na internet pelo endereço eletrônico www.calculadorasolar.com.br. Ela fornece um gráfico com valores mensais de energia média anual. No entanto, também é possível recorrer ao uso de um mapa de insolação que mostra o valor de energia solar recebida diariamente por metros quadrados em diversas regiões (VILLALVA, 2012).

➤ PAINEIS SOLARES

“VILLALVA (2012, p.74) define que “ os termos módulo, placa ou painel têm o mesmo significado e são usados indistintamente na literatura para descrever um conjunto de empacotamento de células fotovoltaicas disponíveis comercialmente”. Dessa forma, é muito comum serem empregados quando se trata dos Sistema Fotovoltaicos. Esses painéis, ou módulos, são formados pelo agrupamento de pequenas células de semicondutores eletricamente conectadas. Por sua vez, o agrupamento desses módulos é denominado de arranjo fotovoltaico. O arranjo fotovoltaico consiste em vários módulos fotovoltaicos (painéis fotovoltaicos) interligados formando um *string* (ligação de módulo em serie).

Figura 5: Radiação do sol



Fonte: <https://quantageracao.com.br/energia-solar-4-fatores-que-impactam-na-geracao/>

Vale destacar que existem vários tipos diferentes de sistemas fotovoltaicos. Desse modo temos os tipos de sistema fotovoltaicos:

- Sistema *Of Gride*: Sistema autônomo que utiliza baterias.
- Sistema *On Gride*: Sistema Conectados à rede.

➤ **FUNCIONAMENTO:**

Existem casos em que as onda eletromagnéticas provenientes do Sol, ao incidirem sobre determinados materiais, ao invés de transmitir calor, produzem propriedades elétricas capazes de originar correntes e tensões no material. Alguns dos efeitos associados a esse tipo de incidência dessa radiação eletromagnética sobre os corpos são, por exemplo, o efeito fotoelétrico e o efeito fotovoltaico. (NUSSENZVEIG, 1998).

Porém, a base dos sistemas de energia solar para produzir energia elétrica é o efeito fotovoltaico. Esse fenômeno consiste na transformação da radiação eletromagnética solar em energia elétrica por meio da criação de uma diferença potencial em uma célula formada por materiais semicondutores (BAJAY, 2018). Acerca desses materiais, é de se mencionar que:

As camadas semicondutoras da célula fotovoltaica podem ser fabricada com vários materiais diferentes, sendo o mais comum o silício. Cerca de 95% de todas as células fotovoltaicas no mundo são de silício, pois é um material muito abundante e barato (VILLALVA, 2012, p. 66).

Conforme Villalva enfatiza, o silício é o material mais comum para uso desses materiais, sendo geralmente extraído do mineral chamado “Quartzo”. Por curiosidade, vale ressaltar que o Brasil é um dos principais produtores desse minério, porém o processo de purificação do material assim como a fabricação das células não são feitos no Brasil (VILLALVA, 2012).

➤ **VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM NA PRODUÇÃO DE ENERGIA SOLAR:**

Quando se trata de energia solar, existem alguns aspectos que devem ser considerados para que a distribuição de energia do espectro de radiação solar apresente uma boa produção. Isto é, existem alguns fatores como: a localização geográfica, o tempo, as condições climáticas, a composição da atmosfera, à altitude, e outros fatores que podem influenciar na produção de energia.

Diferentes regiões terrestres recebem diferentes intensidades de radiação solar. Isto porque, em cada ponto da Terra, a radiação solar direta incide no solo planetário com inclinações distintas. Por isso

Figura 6: Paineis solares



Fonte: <https://blog.bluesol.com.br/painel-solar-fotovoltaico-criacao-historia-marcos/>

incentiva-se que a instalação dos módulos busque sempre maximizar a capacitação da radiação, melhorando dessa maneira seu aproveitamento (VILLALVA, 2012).

Além disso, para assegurar uma instalação correta, é aconselhável também levar em consideração o movimento diário do Sol, principalmente considerando que a instalação dos painéis é em posição fixa (VILLALVA, 2012).

Villalva (2012, p.54) diz que “a duração dos dias e as diferentes massas de ar percorridas pelos raios solares, que dependem da localização geográfica, são os principais fatores que afetam a quantidade de energia solar recebida em cada região do planeta”. Nesse sentido, a quantidade de energia solar emitida diariamente em dada localidade é diferente para cada dia do ano e naturalmente é maior na estação de verão e menor no inverno. Alguns fatores atmosféricos também influenciam no trajeto de emissão desses raios solares. Recomenda-se, portanto, que o ângulo de inclinação corresponda ao ângulo de latitude geográfica da localidade. Em Belém do Pará, por exemplo, o ângulo de latitude é 01° ao Sul.

Mais um fator que faz variar a energia recebida é o sombreamento, a respeito dele o autor enfatiza que:

Um módulo fotovoltaico está sujeito a uma sombra causada por um obstáculo pode deixar de produzir energia mesmo se apenas uma de suas células estiver recebendo pouca luz. O efeito do sombreamento acontece quando uma ou mais células recebem pouca ou nenhuma luz, impedindo a passagem da corrente elétrica das outras áreas. O mesmo efeito acontece em módulos conectados em série. Se um dos módulos de um conjunto estiver recebendo menos luz do que os demais, a corrente elétrica de todo conjunto é reduzida. (VILLALVA, 2012, p. 91)

Diante do exposto, é de suma importância que o engenheiro responsável pela instalação procure realizar a correta observação dos fatores que influenciam no serviço. Esse fator irá contribuir significativamente no rendimento da produção de energia para o Sistema desejado.

Referências:

BAJAY, Sérgio. Et al. **Geração distribuída e eficiência energética**: Reflexões para o setor elétrico de hoje e do futuro. 1ª edição. IEI - *Internacional Energy initiative brasil*. Campinas, 2018.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 09 ed. Porto Alegre: *Bookman*. 2002.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica**. Vol 4. São Paulo, Editora Blucher, 1998.

VILLALVA, Marcelo Gadella. **Energia solar fotovoltaica**: Conceitos e aplicações. 1ª Ed. Editora Erica. São Paulo, 2012.

LEITURA 5

Nesse momento iremos utilizar nossos conhecimentos básicos matemáticos para aprender os cálculos necessários acerca do consumo energético de um sistema fotovoltaico.

Teoricamente, o consumo da energia elétrica de algum determinado sistema é calculado a partir do produto da potência desse sistema ou aparelho com o intervalo tempo que é utilizado. A fórmula que representa esse consumo é:

$$E_{el} = P_{el} \cdot t, \quad \text{Equação I}$$

onde P_{el} corresponde à potência (kW) e t ao tempo de uso (h).

Similarmente, o valor de energia produzida pela placa solar, E_p , é dada por:

$$E_p = P_p \cdot t \cdot (\text{rendimento}), \quad \text{Equação II}$$

tal que P_p é a potência da placa (W) e t é o tempo de horas diárias de insolação (h).

Todavia, sabe-se que a quantidade de horas diárias de insolação é variável com o tempo e localidade, por isso nas condições desse método, os resultados podem ser empíricos, sendo necessário que haja reajustes em relação às reais condições do sistema (VILLALVA, 2012).

Desse modo, o cálculo de energia gerada por um módulo fotovoltaico pode também ser calculada pela fórmula:

$$E_p = E_s \cdot A_M \cdot \eta_M \quad \text{Equação III}$$

sendo E_p a energia produzida pelo módulo diariamente (Wh); E_s a insolação diária (Wh/m²/dia); A_M a área da superfície do módulo (m²); e η_M = a eficiência do módulo.

Essa eficiência dos painéis é geralmente fornecida nos dados de fabricação que podem ser mencionados na folha de classificação industrial dos módulos avaliados para comercialização. Porém, em casos em que essa informação não esteja explícita, é possível ser calculada pela seguinte expressão:

$$\eta_M = \frac{P_{MÁX}}{A_P \cdot 1000}, \quad \text{Equação IV}$$

com $P_{MÁX}$ sendo a potência máxima do painel (W), que corresponde o produto entre a tensão máxima $V_{MÁX}$, corrente máxima $I_{MÁX}$ e a área do módulo A_P . Já o número 1000 corresponde à taxa de radiação solar padronizada de 1000W/m².

Para melhor a compreensão do cálculo de energia produzida por um módulo solar, iremos ao exemplo abaixo:

Exemplo 1: Considera-se um módulo do tipo *LD135R9W* da marca *LG*, que tem a potência de pico (potência máxima) de 135W, que foi desenvolvido especialmente para aplicações fotovoltaicas autônomas. Ele será instalado em uma localização que possui uma insolação de 4500Wh/m²/dia. Buscando outras informações necessárias na folha de dados fabricados, verificou-se que a altura do módulo é 1,474m; Largura de 0,668m e eficiência é de 13,7%. Qual o valor de energia desse módulo solar?

Assim, utilizando a equação III, e substituindo os valores dados na questão, temos que:

$$E_p = 4500 (1,474 \cdot 0,668) 13,7\% = 607Wh$$

➤ A QUANTIDADE DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DE UM SISTEMA

Uma das partes mais importantes para a implementação da energia solar fotovoltaica em uma residência é saber a quantidade de módulos que devem ser empregados no sistema. Essa escolha deve ser feita com base na produção de energia elétrica do sistema, e do módulo utilizado, tal como, o local da instalação e do tipo de controlador de carga empregada no sistema.

Sendo conhecida a energia produzida por um módulo (placa ou painel) e também a energia que se deseja produzir diariamente ou mensalmente, é possível, de acordo com os critérios avaliados pelo engenheiro de instalação, determinar a quantidade de módulos necessários de um sistema fotovoltaico pela expressão:

$$N_p = \frac{E_{SISTEMA}}{E_{MÓDULO}}, \quad \text{Equação V}$$

tal que N corresponde ao número de módulos empregados no sistema; E_{el} é a energia diária consumida no sistema (Wh) e E_p a energia diária produzida por cada módulo (Wh).

Seguimos com mais alguns exemplos para auxiliar na fixação dos conhecimentos expostos.

Exemplo 2: Uma estudante do município de Aracaju/SE decidiu instalar painéis solares em sua residência. Seu consumo médio mensal é de 500kWh. Neste local, a taxa de radiação solar de 5320 Wh/m²/dia. Nessas condições, foi escolhido um painel fotovoltaico monocristalino com 240W de potência capaz de produzir 37kWh no mês. Desprezando as variáveis influentes na radiação e considerando os dados fornecidos, quantos painéis solares a estudante precisa ter para abastecer sua residência?

A partir das definições previstas, utilizando a equação V e substituindo os dados de energia do sistema e dos painéis, temos que:

$$N_p = \frac{500kWh}{37kWh} = 13 \text{ módulos}$$

Exemplo 3: Uma professora decidiu utilizar energia solar na sua residência, motivada pela reflexão da necessária redução dos impactos ambientais e econômicos provenientes de fontes degradáveis. O engenheiro responsável por fazer a instalação recomendou o uso do módulo *LD135R9W* que fornece 410Wh de energia diariamente num local com cinco horas diárias de insolação. Considerando que a energia consumida diariamente pela professora era de 3400 Wh, qual o número total de módulos necessários para o sistema?

Utilizando a equação V, temos:

$$N = \frac{3400}{410} = 8,29$$

Dessa forma, como no caso há um dimensionamento do banco de baterias, podemos arredondar o número obtido para cima ou para baixo, considerando no total 8 placas.

➤ Aprofundamento do cálculo para minha residência:

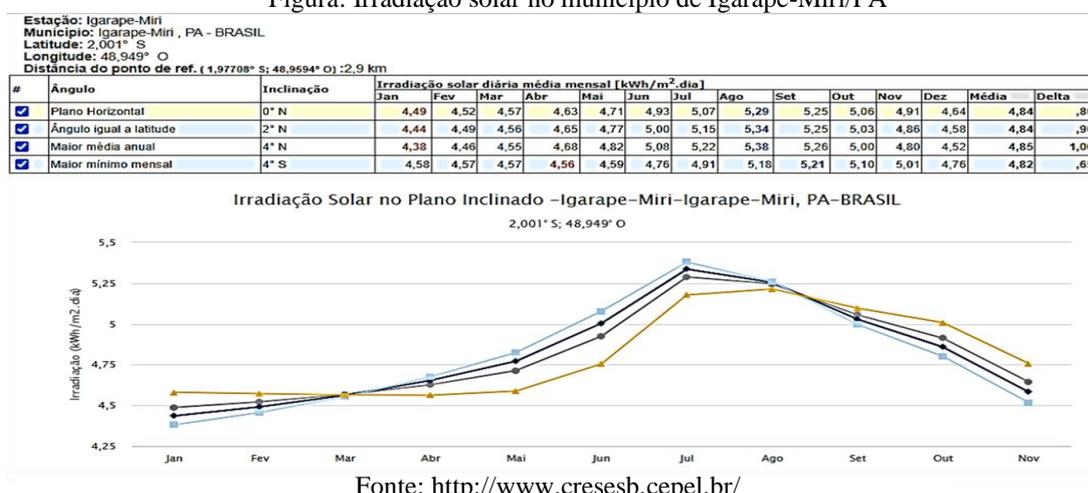
É possível realizar o cálculo de quantos painéis solares são necessários para abastecer nossas residências a partir do histórico de consumo de energia proveniente em nossos talões energéticos.

Realizando uma média aritmética de consumo mensal fornecido nos “talões de energia” obtém-se o consumo médio mensal. Para descobrir a quantidade de consumo diário, basta dividir esse valor obtido pela quantidade de dias durante o mês que corresponde aproximadamente 30 dias na maioria dos casos. Portanto, $E_S = \frac{E_{SM}}{30}$ (Wh), onde E_S é a energia diária consumida no Sistema e E_{SM} a energia média mensal do sistema.

Nesse sentido, a insolação (irradiância/dia) pode ser obtida pelo site do CRESESB (Centro de referências para energia solar e eólica) disponível no endereço eletrônico: <http://www.cresesb.cepel.br/>. Nesse *site*, observou-se a irradiação no município de Igarapé-Miri/PA.

Sabendo a latitude e longitude da cidade, que corresponde a latitude: - 1.97708 a 58° ao Sul e longitude de -48.9594n a 34° Oeste:

Figura: Irradiação solar no município de Igarapé-Miri/PA



A irradiação por dia encontrada, isto é, a insolação corresponde ao valor aproximado de 4,85 KWh/m².dia para um ângulo de 4° ao norte dá o valor da potência na unidade kWp (Kilo-Whats Pico ou kW_{MAX}). Assim, considera-se também a eficiência dos painéis desejados para que sejam fornecidas nos dados de fabricação.

Referências:

CRESESB. **Centro de referência para energias solar e eolica**. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/>. Acesso em 10 de abril de 2022.

ENGEHALL ENERGIAS RENOVÁVEIS. **Quantas placas eu preciso usar na minha casa?** *Youtube*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QFUwkey4Iyk>. Acessado em: 10 de abril de 2022.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica**. Vol 4. São Paulo, Editora Blucher, 1998.

VILLALVA, Marcelo Gadella. **Energia solar fotovoltaica: Conceitos e aplicações**. 1^a Ed. Editora Erica. São Paulo, 2012.