

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE- IFRN
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**CARREGADOR SOLAR PARA *SMARTPHONES*/CELULARES: APRENDIZAGEM
MEDIADA POR PROJETOS**

GEORGE ALEXANDRE DA SILVA FRANCO

Produto produzido na Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

ORIENTADOR:

Prof. D. Sc. Paulo Cavalcante da Silva Filho

COORIENTADORA:

Profa. D. Sc. Maria da Glória Fernandes do Nascimento Albino

NATAL / RN

2018

GEORGE ALEXANDRE DA SILVA FRANCO

**CARREGADOR SOLAR PARA *SMARTPHONES*/CELULARES: APRENDIZAGEM
MEDIADA POR PROJETOS**

Natal, RN

2018

O material apresentado, neste documento, pode ser reproduzido livremente desde que citada a fonte. As imagens apresentadas são de propriedade do autor e utilizadas para fins didáticos. Caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor, contate o autor para solução imediata do problema. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial ao autor, e visa apenas à divulgação do conhecimento científico

Figuras

Figura 1 - Matriz Energética Brasileira em 2016.....	17
Figura 2 - Insolação diária no Brasil, média anual.....	18
Figura 3 - Composição de uma célula fotovoltaica	20
Figura 4 - <i>LEDs</i> verdes	31
Figura 5 - resistor ôhmico, 330Ω	32
Figura 6 - Placa fotovoltaica: Frente.....	32
Figura 7 - Placa fotovoltaica: Contatos elétricos.....	32
Figura 8 - Circuito elétrico básico	33
Figura 9 - Circuito montado em um protoboard	34
Figura 10 - Circuito elétrico básico, placa fotovoltaica não exposta diretamente a radiação solar	34
Figura 11 - Circuito elétrico básico, placa fotovoltaica exposta diretamente a radiação solar	35
Figura 12 - Circuito elétrico em série.....	36
Figura 13 – Circuito elétrico em série em um <i>protoboard</i>	36
Figura 14 - Circuito elétrico em paralelo.....	37
Figura 15 - Circuito elétrico em paralelo: Placa fotovoltaica não exposta diretamente a radiação solar	38
Figura 16 - Circuito elétrico em paralelo: Placa fotovoltaica exposta diretamente a radiação solar	38
Figura 17 - Projeto base para o circuito do carregador solar	40
Figura 18 - Circuito simplificado do carregador solar	41
Figura 19 - Carregador solar	41
Figura 20 - Carregador solar: Destaque da montagem dos dispositivos	42
Figura 21 - Carregador solar, tensão de saída	42
Figura 22 - Carregador solar em funcionamento	43
Figura 23 - Carregador solar em funcionamento: Detalhe do ícone de carregamento de um <i>smartphone</i>	43
Figura 24 - Placa ilhada para confecção de circuitos	45
Figura 25 - Carregador solar comercial finalizado	45
Figura 26 - Carregador solar comercial: Saída USB e sinalização de funcionamento	46

Figura 27 - Carregador solar comercial: Indicação de funcionamento	46
Figura 28 - Carregador solar comercial: Funcionamento.....	47
Figura 29 - Carregador solar comercial: Detalhe do ícone de carregamento.....	47
Figura 30 - Placas fotovoltaicas utilizadas nas atividades experimentais	52

TABELAS

Tabela 1 – Diferença entre Exercício e Problema	12
Tabela 2 – Preço dos componentes	44

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	9
2	APRENDIZAGEM POR PROJETOS	10
2.1	PROBLEMATIZAÇÃO	11
2.2	DESENVOLVIMENTO.....	12
2.3	CONCLUSÃO.....	13
3	PRINCIPAIS DEFINIÇÕES NO ESTUDO DE ENERGIA	15
3.1	ENERGIA	15
3.2	ENERGIA ELÉTRICA: USO SUSTENTÁVEL E FONTES RENOVÁVEIS	16
3.3	ENERGIA SOLAR	18
3.4	PAINEL SOLAR: EFEITO FOTOVOLTAICA E O EFEITO FOTOELÉTRICO	19
4	UNIDADE DIDÁTICA	22
5	CIRCUITOS ELÉTRICOS	31
5.1	COMPONENTES ELÉTRICOS DOS CIRCUITOS	31
5.2	CIRCUITO ELÉTRICO BÁSICO	33
5.3	CIRCUITO ELÉTRICO EM SÉRIE	35
5.4	CIRCUITO ELÉTRICO EM PARALELO	37
5.5	INSTRUMENTOS DE MEDIDAS ELÉTRICAS	39
6	CARREGADOR SOLAR.....	40
6.1	COMPONENTES	44
6.2	PREÇO DOS COMPONENTES	44
6.3	CARREGADOR SOLAR COMERCIAL.....	45
	REFERÊNCIAS.....	49
	APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES E SUAS FUNÇÕES NO CIRCUITO DO CARREGADOR.....	52

1 APRESENTAÇÃO

Este material de apoio contém o produto educacional resultante da dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, do programa de Pós-Graduação do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, *campus* Natal Central, com título: “Carregador solar para *smartphones*/celulares: aprendizagem mediada por projetos”, sob a orientação do Professor. D. Sc. Paulo Cavalcante da Silva Filho e da Professora D. Sc. Maria da Glória Fernandes do Nascimento Albino.

Com ênfase na ideia de que é possível ensinar conteúdo a partir de práticas ligadas ao cotidiano dos alunos com base na metodologia de projetos, uma unidade didática foi elaborada de modo que a nuance experimental da Física fosse explorada visando a resolução de um problema real enfrentado pela sociedade, a saber: energia elétrica, o uso e o custo, bem como modos para a racionalização do consumo.

Essa abordagem propõe que o aluno observe a realidade local identificando possíveis áreas de interesse e relacionando o que já sabe a respeito, propiciando uma atitude mais positiva por parte dos alunos no processo de aprendizagem.

O tema abordado, energia, é de fundamental importância em diversas áreas da Física e por isso deveria receber uma atenção maior por parte dos professores, de modo que os alunos a compreendessem, como é transformada, a finalidade e as implicações do consumo.

Neste primeiro capítulo identificamos o produto educacional, os temas que são tratados e a metodologia aplicada. No segundo capítulo, a aprendizagem por projetos é analisada, destacando as etapas de execução e a avaliação adequada dos alunos e do próprio projeto. O papel do professor também é discutido. Avançando para o terceiro capítulo, os conceitos físicos fundamentais ao tema são analisados e certas implicações do estudo na contemporaneidade são elencadas. Já no quarto capítulo, uma unidade didática é proposta com a intenção de sistematizar as ações do projeto. No quinto capítulo, os circuitos utilizados, tendo como fonte as placas fotovoltaicas são mostradas e as implicações da montagem discutida. O último capítulo, o sexto, é focado na análise e montagem de um carregador fotovoltaico para *smartphones*.

2 APRENDIZAGEM POR PROJETOS

A aprendizagem por projetos, ensino por projetos ou apenas trabalho com projetos é uma metodologia pedagógica e não apenas uma maneira mais atraente de trabalhar conteúdos. Podemos defini-la como um plano de trabalho que, a partir de um conjunto de ações busca, a solução de um ou mais problemas identificados. É, assim, um caminho para aproximar a escola da realidade dos alunos.

Esta metodologia é uma ferramenta adequada para a construção de competências, habilidades e atitudes que são exigidas pela sociedade, possibilitando aos alunos interagirem de forma crítica e socialmente responsável, configurando-se como uma proposta que ressignifica o ato de aprender. Em um projeto a aprendizagem surge da necessidade de resolver problemas reais enfrentados pelos envolvidos, fortalecendo a aprendizagem ativa, interessante, criativa, significativa e atrativa para o aluno, tendo como um aspecto central torná-lo o principal agente responsável pelo sucesso de sua própria aprendizagem, estimulando a autonomia e a criatividade (NUÑEZ & RAMALHO, 2004).

Sendo às vezes chamada de pedagogia/metodologia ativa, surgiu no início do século XX, tendo como principais representantes John Dewey e Kilpatrick. A aprendizagem por projetos impõe uma mudança de paradigma no processo de ensino-aprendizagem, pois o professor assume o papel de orientador e não de simples transmissor de conteúdo e, por outro lado, é exigido do aluno a postura de protagonista. Nesta situação a aprendizagem ocorre durante a investigação, a discussão dos conceitos em grupo, a representação de ideias e da organização das informações em busca de uma solução aos desafios enfrentados (SILVA, 2013)

Os principais aspectos positivos dessa metodologia ativa concebidos a partir das ideias de Nuñez e Ramalho (2004) são:

- Aprender a trabalhar em grupo e resolver conflitos;
- Estabelecer uma relação dialógica com o outro;
- Aprender fazendo;
- Estimular o protagonismo do aluno;

A aprendizagem por projetos apesar de não ser um caminho fechado, com uma única via em geral para todos os projetos, tem alguns fundamentos metodológicos que são os seus alicerces, a saber:

- Valorizar o conhecimento prévio dos alunos;
- Ter um planejamento inicial estruturado logicamente que facilite a aprendizagem;
- Aliar o aprender com a necessidade do conhecimento;
- Possibilitar a aprendizagem significativa das informações;
- Enfrentar problemas reais;
- A situação problema deve ser instigante/desafiadora, mas de solução possível dentro do conhecimento esperado dos alunos;
- Avaliar continuamente o processo durante o seu desenvolvimento.

Para desenvolver uma atividade via aprendizagem por projeto é interessante seguirmos alguns passos básicos mesmo que estes não sejam definitivos, pois a realidade de cada projeto é diferente e mutável, por isso é necessária a constante avaliação do processo. Podemos sugerir três etapas para um projeto: problematização, desenvolvimento e conclusão.

2.1 PROBLEMATIZAÇÃO

A problematização representa a etapa em que as questões de uma situação problema são elencadas e as possíveis soluções são discutidas com base no conhecimento prévio dos alunos sobre o tema, em sala de aula. Neste momento, é fundamental que os alunos se identifiquem com a questão central e, desse modo, se interessem pela resolução da mesma.

Diante da questão central, um projeto nasce da necessidade de resolver este desafio e não mais um exercício de fixação, de um conteúdo da disciplina regular e esse aspecto não pode ser ignorado ou ter sua importância diminuída. Precisamos compreender que há uma diferença primordial entre a situação problema proposta por um projeto de aprendizagem e os exercícios que normalmente aplicamos como

preparativos para avaliações tradicionais. Os exercícios exigem uma resposta correta que pode ser obtida de forma objetiva através de técnicas de solução. Já na aprendizagem mediada por projetos existem problemas reais que precisamos enfrentar em busca de uma resolução via estratégias que resultem na melhor resposta possível, em outras palavras, o problema é um desafio que um indivíduo ou um grupo tem a necessidade de resolver e para a qual não há um caminho sistematizado que produza uma solução rápida.

Essa diferença é discutida por Nuñez e Ramalho (2004) que apontam alguns exemplos, entre eles destacamos o exposto na Tabela 1.

Tabela 1 – Diferença entre Exercício e Problema

Exercício	Problema
Qual é o custo para trocar a cerâmica do piso de uma sala de aula cuja superfície é de 56m ² , sabendo que cada cerâmica possui 600cm ² e que uma cerâmica custa R\$ 1,20?	Qual é o custo para trocar a cerâmica do piso de uma sala de aula?

Fonte: Nuñez e Ramalho (2004).

No exercício proposto, provavelmente, os alunos seguiriam o método mostrado pelo professor para calcular quantas cerâmicas seriam necessárias utilizando as relações entre a área do piso da sala e a área de cada cerâmica e chegariam ao custo ao multiplicar essa quantidade pelo preço de cada cerâmica.

No problema, por outro lado, os alunos precisam determinar o caminho a ser seguido e têm a liberdade de considerar outros fatores importantes, como: o custo da mão de obra, a necessidade de um rodapé ou dos materiais para argamassa, entre outros mais.

Após um problema relevante ser escolhido pelo grupo, alunos e professor, tem início o desenvolvimento de ações que busquem a resolução

2.2 DESENVOLVIMENTO

É nesse estágio que a aprendizagem mediada por projeto se apresenta como catalisador para a criatividade e para a autonomia dos alunos. Nessa etapa, de forma

coletiva, as ações precisam ser planejadas para traçar caminhos em busca de soluções possíveis para o problema enfrentado, sempre sob a supervisão do professor.

Os alunos desempenham o papel central, pois são eles que propõem, planejam e executam tais ações. Entre inúmeras possibilidades de caminhos e atividades, merecem destaque: montagens de maquetes, pesquisas bibliográficas e de campo, visitas, entrevistas e debates. Nesse processo cria-se um espaço propício para o aprimoramento de conhecimentos prévios dos alunos e principalmente para o aprendizado de novos conhecimentos, contribuindo no desenvolvimento de habilidades e competências que serão importantes no decorrer de toda a vida dos alunos.

Também podemos utilizar essa etapa para aproximar os alunos da comunidade local, visto que muitas atividades do projeto podem ser executadas fora do ambiente escolar. A extensão das fronteiras da escola é uma ferramenta poderosa para que os alunos reconheçam a importância do projeto que desenvolvem e as correlações da Física com o mundo cotidiano.

2.3 CONCLUSÃO

A conclusão representa a síntese do que foi desenvolvido pelos alunos, sendo uma ocasião para a avaliação de todo o processo que foi construído. Nesta etapa, temos a oportunidade de verificar se o problema original (situação problema) foi resolvido ou se é necessário que os procedimentos sugeridos no desenvolvimento sejam revistos para melhorar o resultado alcançado.

A avaliação dos participantes abrange os conhecimentos adquiridos, os procedimentos realizados e a postura durante todo o projeto. Deste modo, a conclusão do projeto se estende desde o início até o fim de todas as atividades não apenas aos momentos finais, uma vez que cada ação executada deve ser analisada ou avaliada.

Para uma conclusão coerente é importante que o professor faça continuamente apontamentos das atividades e do desempenho dos participantes dos grupos de maneira que tenha subsídios suficientes para uma avaliação coerente de todo o projeto.

Nesta situação o papel do professor é o de mediador de conflitos e orientador de caminhos que resultem na solução do problema, o que não pode ser confundido com um papel secundário. Precisa atuar continuamente durante todas as etapas não como a fonte única do conhecimento, o seu trabalho é construir o conhecimento estimulando a autonomia dos alunos. A função do professor, então, aproxima-se a de um líder que sugere caminhos e esclarece pontos mais complexos, permitindo que os alunos possam adquirir por meios próprios e de forma consciente a aprendizagem necessária para a resolutividade dos problemas enfrentados.

De forma semelhante acontece a avaliação referente aos alunos que devem ser avaliados de uma forma precisa clara, com regras discutidas por todos durante o processo de desenvolvimento do projeto. Isso cria um ambiente em que o indivíduo é responsável pelo próprio sucesso e com o sucesso dos demais membros do seu grupo.

Esta definição prévia da avaliação, faz do aluno um sujeito ativo na sua própria formação, onde ele sabe o que precisa aprender e a necessidade desse aprendizado. Esse protagonismo faz o aluno sair de uma aprendizagem generalista e abstrata para uma significativa e concreta. Essa mudança de paradigma é fundamental para que o projeto tenha êxito.

3 PRINCIPAIS DEFINIÇÕES NO ESTUDO DE ENERGIA

3.1 ENERGIA

O estudo da grandeza Física energia permeia todo o conteúdo da disciplina de Física do Ensino Médio, fazendo-se presente em diversos momentos, como: na energia mecânica, na energia térmica, na energia elétrica e sendo, também, tema central em diversas áreas das Ciências. No entanto, representa um dos conceitos mais difíceis de serem ensinados aos alunos, como nas palavras de Barbosa e Borges (2008):

Entre os conceitos da ciência escolar que se espera que todo estudante aprenda, o de energia é considerado como um dos mais difíceis de ser ensinado e aprendido, por várias razões: é usado em diferentes disciplinas escolares, que enfatizam os seus diferentes aspectos; no ensino fundamental, é estudado muito superficialmente, resultando apenas na aprendizagem dos nomes de algumas manifestações de energia, nem todas elas consensuais; a noção de energia é também amplamente utilizada na linguagem cotidiana, confundindo-se com outras ideias, como as de força, movimento e potência; e a aprendizagem do significado de energia em Física requer um alto grau de abstração, além de conhecimentos específicos de suas várias áreas, como mecânica, eletricidade, termodinâmica (BARBOSA & BORGES, 2006)

Além dessas dificuldades, citadas pelos autores, podemos acrescentar que o conceito de energia apresentado nos livros didáticos é abstrato e pouco informativo (BUNGE, 2000) e por fim, o conceito de energia é tratado de um modo geral de forma pouco rigorosa pela sociedade e até mesmo pelos professores, pois ao tratarem do termo energia o fazem de maneira não científica, utilizando fora do contexto apropriado sendo associada comumente a força, resistência, potência, eletricidade, movimento, esforço, alimento, saúde e respiração. Assim, necessitamos uma atenção especial ao tratar desse importante conceito, para deixar claro a diferença entre energia e fontes de energia; entre energia e suas manifestações, visto que a energia é essencial para o funcionamento adequado do ser e para a sociedade contemporânea. No entanto, o que constatamos é que o conceito de energia é tratado abstratamente e desconsidera a sua complexidade. (BORGES, DICKMAN, & VERTCHENKO, 2018).

Uma estratégia para remediar essas dificuldades é a atividade experimental que contribui de forma significativa para o aprendizado dos conceitos que abordamos

em sala de aula que é potencializada ao envolver temas do cotidiano dos alunos. Assim, durante estas atividades os alunos devem tratar com temas com quais estão familiarizados, tornando os conceitos mais concretos e gerando aulas mais dinâmicas e estimulantes de modo que os mesmos sejam sujeitos ativos no processo de aprendizagem (BORGES, DICKMAN, & VERTCHENKO, 2018)

Essa abordagem tem respaldo nas ideias de Rocha Filho, Salami e Costa (2006), que afirmam que experimentação tem papel fundamental, uma vez que as imagens construídas a partir da manipulação de materiais concretos alimentam a memória e a ajudam na elaboração da linguagem.

Concluimos então, que o estudo da energia elétrica uma excelente oportunidade para aliar uma atividade experimental a temas significativos, pois se trata de um recurso energético muito importante para o cotidiano da sociedade atual, como podemos ver a seguir.

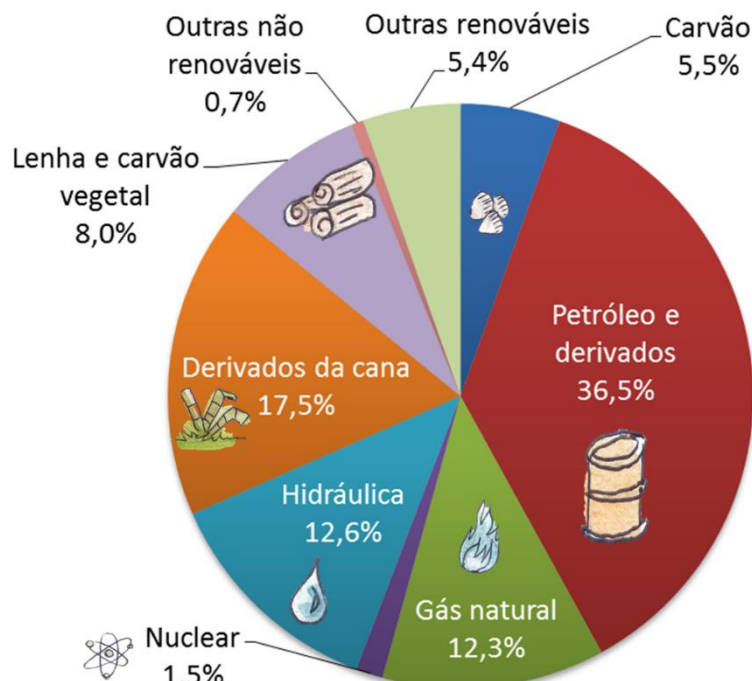
3.2 ENERGIA ELÉTRICA: USO SUSTENTÁVEL E FONTES RENOVÁVEIS

A energia elétrica é uma das formas de energia que a humanidade mais utiliza na atualidade, apresentando facilidade de transporte e baixo índice de perda energética durante as conversões em outras formas úteis. Representa, assim, uma das principais manifestações da energia utilizada no cotidiano das pessoas.

Este é um recurso com demanda crescente na sociedade contemporânea, tanto para fins residenciais, comerciais quanto ou industriais. Este crescimento gera a necessidade de fontes que possam suprir o mercado consumidor.

Para visualizarmos o cenário energético de um sistema é necessário conhecer sua matriz energética. No caso do Brasil, a matriz energética é considerada a mais renovável do mundo industrializado, graças a utilização de recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar. O percentual de fontes renováveis chegou a 41% em 2016 (BRASIL, 2017), o que podemos conferir na Figura 1.

Figura 1 - Matriz Energética Brasileira em 2016



Fonte: (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE, s.d.).

As energias renováveis são aquelas originadas em ciclos naturais de conversão da radiação solar e, por isso, são praticamente inesgotáveis, de outro modo, são formas de energia que se transformam ciclicamente, em uma escala de tempo reduzida (PACHECO, 2006).

Para um desenvolvimento duradouro de uma sociedade é necessário que os recursos renováveis sejam utilizados de forma sustentável, ou seja, que possa atender às necessidades atuais sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades e que os recursos não renováveis sejam utilizados de forma racional, evitando desperdícios. Desse modo, conjugamos crescimento econômico com atitudes capazes de garantir que os recursos não sejam exauridos (DELUIZ & NOVICKI, 2004).

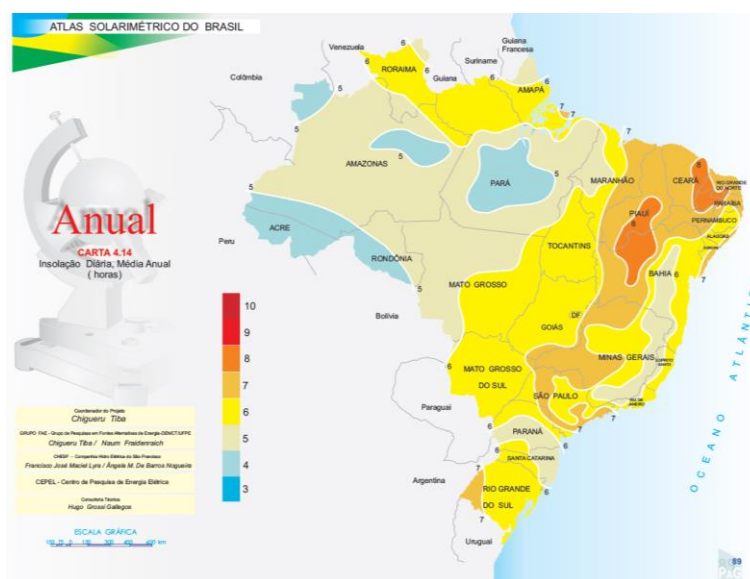
Consideramos, então, que é preciso propiciar aos alunos práticas que possibilitem a reflexão sobre o consumo dos recursos disponíveis, aliando propostas viáveis que resultem na mudança de hábitos para evitar desperdício. No cenário energético brasileiro atual a energia solar desponta como uma ótima alternativa energética, suprimindo as necessidades de muitos consumidores. Por isso ela representa uma oportunidade para que os alunos tratem do consumo de energia e de recursos renováveis.

3.3 ENERGIA SOLAR

Dentre as formas de energias renováveis disponíveis, a solar se apresenta para o Brasil, especialmente para região Nordeste, como a escolha mais óbvia. Fato este que se dá principalmente pela alta incidência de radiação solar (insolação) e pelas poucas variações climáticas sazonais, o que resulta em importantes vantagens técnicas e econômicas dos sistemas solares instalados nesta região (TIBA, 2000).

A região Nordeste está entre as melhores regiões do Brasil em número médio de horas de insolação. De acordo com a Figura 2, o índice de insolação diária, na média anual, da região alcança o valor máximo da escala, ou seja, 8 horas.

Figura 2 - Insolação diária no Brasil, média anual



Fonte: (TIBA, 2000).

Esses fatores, na região nordeste, tornam o uso da energia solar viável em praticamente qualquer época do ano e abrem uma oportunidade para que o estudo de Física se aproxime da realidade dos alunos, ao se apropriar de situações cotidianas. Nesse sentido, a Física assume seu caráter experimental em que visa resolver problemas reais que são enfrentados pelos alunos.

A conversão da radiação solar em energia elétrica é realizada pelas conhecidas células fotovoltaicas, como podemos ver a seguir.

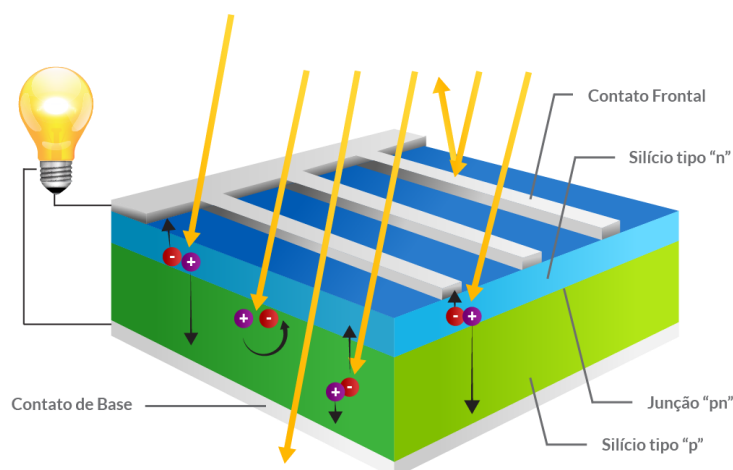
3.4 PAINEL SOLAR: EFEITO FOTOVOLTAICA E O EFEITO FOTOELÉTRICO

A conversão direta da radiação solar (luz) em energia elétrica (eletricidade) ocorrida em uma junção semicondutora acontece devido o fenômeno conhecido como efeito fotovoltaico. Este efeito foi observado pela primeira vez pelo físico francês Alexandre-Edmond Becquerel em 1839. A primeira a célula fotovoltaica comercial de silício semelhantes às encontradas atualmente foi criada nos laboratórios Bell em 1954 e tinham apenas 6% de eficiência (FADIGAS, 2012) (CRUZ, 2012).

Entre os efeitos fotovoltaico e fotoelétrico existem algumas diferenças importantes, embora eles estejam diretamente relacionados. No efeito fotoelétrico, os elétrons são ejetados da superfície de um material metálico quando exposto à radiação com uma certa frequência. Já no efeito fotovoltaico é diferente, pois os elétrons que recebem a radiação serão transferidos entre bandas diferentes (*i.e.*, das bandas de valência para bandas de condução) dentro do próprio material, resultando no desenvolvimento de tensão elétrica entre dois materiais semicondutores.

Os dispositivos semicondutores que se utilizam dessa propriedade para converter a energia solar em energia elétrica são chamados de células fotovoltaicas ou células solares, que são conectadas em série e ou paralelo para construção dos módulos fotovoltaicos, mais conhecidos como painéis solares, São estes painéis que efetivamente são utilizados na conversão comercial e industrial. Na Figura 3 representamos uma célula fotovoltaica

Figura 3 - Composição de uma célula fotovoltaica



Fonte: (SOUSA, 2016).

Os semicondutores utilizados nas células fotovoltaicas são normalmente produzidos a partir de materiais tetravalentes, sendo os mais comuns o silício e o germânio, que em estado natural formam ligações covalentes com outros átomos dando origem a uma rede estrutural complexa. Agora, para se produzir um semicondutor é necessário criar uma junção de regiões com excesso de elétrons, região N, com regiões onde há falta dos mesmos, região P. Isso é conseguido ao adicionar átomos a rede formada pelo silício ou germânio, processo chamado de dopagem.

A forma de criar região N é dopando com átomos que possuam cinco elétrons na camada de valência, por exemplo, o fósforo, que geram regiões com excesso de elétrons ao serem inseridos na rede cristalina. O nome N provém do excesso de portadores de cargas negativas.

A forma de criar região P é dopando com átomos que possuam três elétrons na camada de valência, por exemplo, o boro. Desta forma, quando são adicionados ao silício geram regiões com falta de elétrons, criando lacunas, que podem conduzir corrente elétrica. A falta de um elétron para completar as quatro ligações covalentes exigidas pelo elemento tetravalente deixam a região com excesso de portadores de carga positiva, por isso o nome P.

Assim, é a união dessas duas regiões cria a junção semicondutora P-N. Nesta junção, cria-se um campo elétrico que acelera os elétrons que absorveram fótons

incidentes (luz) que possuíam energia suficiente para quebrar as ligações atômicas. Esses elétrons são chamados de elétrons livres (GASPARIN, 2012).

4 UNIDADE DIDÁTICA

Para aplicação dessa pesquisa elaboramos uma unidade didática que, de acordo com as ideias de Carmona (2012), se define como um recurso utilizado para planejar e organizar o processo de ensino-aprendizagem a partir de um tema gerador de modo que os conteúdos são organizados em torno de objetivos claros. Para isso é importante que a abordagem metodológica proposta pela unidade didática seja adequada aos recursos disponíveis. Nesse sentido, para sistematizar as ações do projeto de ensino elaboramos a unidade didática a seguir.

UNIDADE DIDÁTICA COM BASE NAS TEORIAS DE WILLIAM HEARD KILPATRICK: A APRENDIZAGEM MEDIADA POR PROJETOS

GEORGE ALEXANDRE DA SILVA FRANCO

Tema: Uso da energia elétrica e hábitos sustentáveis.

Público Alvo: Alunos do Ensino Médio

Período: 4 encontros semanais cada um com 2 aulas.

I. Introdução

A Física é uma ciência que tem em seu âmago a experimentação. As teorias, por melhores que possam parecer, precisam ser testadas e comprovadas para terem validade, além disso segundo as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), (BRASIL, 2006), temos que ensino de Física “deve primar por formar um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade”.

Esta orientação ainda é complementada por:

Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (BRASIL, 2006, p. 56).

Assim surgiu a ideia de aproveitarmos a realidade local de Sousa na Paraíba, que apresenta uma alta insolação anual, como pano de fundo para um projeto sobre o uso de energias renováveis, com foco na energia solar. Utilizamos uma situação problema, na qual o uso da energia elétrica e os custos associados são analisados, a partir daí os alunos devem propor medidas possíveis para um uso racional e sustentável, bem como produzir carregadores solares para *smartphones/celulares*.

Como nos ensinam Menegolla e Sant'anna. (2017) o projeto é um meio pedagógico por excelência, considerando que tanto professor quanto aluno atuam como sujeitos ativos na situação metodológica propiciada. Esses elementos norteadores indicam que os alunos precisam se apropriar do conhecimento científico, seus métodos e as relações com a sua vida cotidiana. Portanto, devemos procurar ferramentas que possam enriquecer a aula, de modo a correlacionar o estudo em sala com a realidade que vivem.

II. Objetivos

- Calcular o custo da energia elétrica residencial e
- Identificar maneiras de racionalizar o uso de energia elétrica.

III. Conteúdos de Aprendizagem

1. Conceituais:

- Fontes de energia.
- Fontes alternativas de energia que podem ser aliadas para consumo residencial.
- Impacto ambiental e uso sustentável de energia elétrica.
- Corrente elétrica.
- Condutores e isolantes
- Circuitos elétricos.

- Energia solar.

2. Procedimentais:

- Analisar a situação das atuais fontes energéticas disponíveis.
- Analisar riscos e benefícios de alguns tipos de energias utilizadas (biomassa, nuclear, eólica, fotovoltaica/solar, hidroelétrica, térmica).
- Interpretar gráficos do consumo de energia elétrica.
- Montar circuitos elétricos simples.
- Medir grandezas elétricas.
- Desenvolver a capacidade de trabalhar em equipe.
- Aplicar os conhecimentos em atividades cotidianas.

3. Atitudinais:

- Valorizar hábitos sustentáveis.
- Reconhecer a relevância do conteúdo estudado.
- Interessar-se pelo estudo da Física.

IV. Sequência de Ensino e Aprendizagem (Sequência Didática)

1ª Encontro.

Objetivos

- Identificar fontes de energia convencionais e alternativas.
- Analisar o impacto ambiental e econômico do uso destas fontes.
- Propor atitudes sustentável para o uso de energia elétrica.

Procedimentos

Situação problema: Devido a atual crise econômica a família de Sr. Jorge Silva decide reduzir os custos da residência deles. Todos os membros opinaram a respeito de como poderiam contribuir. O filho mais novo citou que o custo da energia

elétrica está bem elevado, cerca de R\$ 250,00 por mês. A família decidiu como primeira ação diminuir esse custo. Como eles poderiam fazer isso?

Após apresentado a situação problema, a turma deverá ser dividida em grupos de até quatro alunos para discutir o problema e analisar suas próprias residências quanto ao custo e as maneiras como a energia elétrica é utilizada. Neste momento é dado 20 minutos para os grupos debaterem.

A partir dessa análise, os grupos terão mais 20 minutos para apresentar suas conclusões e sugerir ideias para ajudar a resolver a situação para o restante da turma.

O próximo passo será a exibição do vídeo: *Dicas para poupar energia elétrica*, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=SjyU2CQ29pI>.

Após o vídeo a turma terá mais 20 minutos para questionar e sugerir.

Logo em seguida o professor deverá fazer uma breve exposição das formas de energias mais utilizadas atualmente, entre elas: hidroelétrica, térmica, nuclear, biomassa, eólica e fotovoltaica/solar. Durante essa exposição, os alunos serão questionados sobre: Qual a melhor fonte de energia? Quais os benefícios? Existem pontos negativos? Qual fonte polui mais e qual polui menos?

Para encerrar a aula, o professor deverá deixar como atividade para cada grupo uma pesquisa sobre determinada fonte de energia, que será apresentada no próximo encontro.

2ª Encontro.

Objetivos

- Interpretar gráficos do consumo de energia elétrica.
- Calcular o consumo de aparelhos elétricos em kWh
- Montar circuitos elétricos simples.

Procedimentos

Nos primeiros 30 minutos os grupos deverão apresentar as respectivas pesquisas sobre fontes de energias, conforme solicitado no primeiro encontro.

Após as apresentações dos alunos, o professor deverá expor dados reais sobre a produção¹ de energias no mundo e no Brasil, especialmente na região Nordeste. Assim, neste momento, os alunos poderão questionar e/ou sugerir atitudes sustentáveis. Desta maneira, o professor deverá introduzir a unidade de energia kWh (quilowatt-hora), a forma pela qual a energia elétrica é cobrada pelas empresas fornecedoras de energia elétrica, em que 1 kWh é a quantidade de energia consumida² por um dispositivo com potência de 1kW no intervalo de 1h. A energia é calculada pelo produto da potência e o respectivo intervalo de tempo. Vale salientar que sobre esse valor ainda incidem impostos e taxas, além das famosas bandeiras verde, amarela e vermelha que indicam um acréscimo no valor do consumo devido a custos de geração mais elevados.

Em seguida, os alunos serão questionados sobre a possível utilização de energia solar em aplicações no cotidiano. A partir dessa discussão serão apresentados os painéis fotovoltaicos, que serão utilizados para parte experimental, destacando características, funcionamento e alguns exemplos de uso.

Os painéis serão utilizados para montar circuitos simples com LEDs e resistores para que os alunos identifiquem as características dos circuitos elétricos em série e em paralelo que são discutidos no capítulo 4 deste produto educacional junto com uma breve consideração sobre os instrumentos de medidas.

Após as montagens elétricas, os grupos deverão sugerir aplicações cotidianas para os painéis.

Os grupos deverão ser informados que um carregador solar para smartphones/celulares deve ser montado e para isso deverão pesquisar por projetos

¹ Produção de energia é a maneira pela qual são conhecidas as diversas transformações da energia a partir das fontes disponíveis de modo que possibilitem o seu uso pela sociedade

² Energia consumida é como as empresas fornecedoras de energia elétrica tratam a energia transferida ao consumidor.

de montagens possíveis para apresentarem no próximo encontro. Deverão detalhar o funcionamento e o possível custo de montagem.

3ª Encontro.

Objetivos

- Medir grandezas elétricas.
- Confeccionar um carregador para *smartphones/celulares*.

Procedimentos

Nos 30 minutos iniciais do encontro, cada grupo de alunos deverá apresentar o projeto pesquisado para o carregador solar.

O professor deverá mostrar o projeto de montagem do carregador previamente escolhido por ele, que é discutido em detalhes no capítulo 5 com a descrição dos componentes no apêndice A desse produto. Todos os componentes necessários serão apresentados com uma breve descrição do uso. Finalmente, o custo do projeto será analisado e comparado com o custo médio mensal da energia elétrica utilizada para carregamento de um *smartphones/celulares*.

Posteriormente, a montagem de alguns carregadores será realizada pelos alunos, sempre supervisionado pelo professor que também deverá demonstrar o uso de dispositivos de medição de grandezas elétricas (Voltímetro, Amperímetro e Ohmímetro).

Observações sobre o funcionamento do carregador deverão ser feitas pelos alunos para analisar a viabilidade do projeto.

Para finalizar este encontro os grupos serão informados que devem trazer no próximo encontro algum material informativo que estimule o uso racional e sustentável da energia elétrica. O professor deverá orientar e apresentar exemplo desse tipo de material que podem ser cartilhas, panfletos, entre outros.

4ª Encontro.

Objetivos

- Reconhecer a relevância do conteúdo estudado.
- Aplicar os conhecimentos em atividades cotidianas.
- Valorizar hábitos sustentáveis.
- Avaliação do projeto.

Procedimentos

As cartilhas de conscientização produzidas deverão ser apresentadas para que os grupos discutam ou comentem as ideias sugeridas, alguns materiais produzidos pelos alunos podem ser vistos no Anexo A.

A finalização da atividade ficará a cargo do professor que deverá expor os pontos positivos e negativos observados durante a realização do projeto.

V. Avaliação

A avaliação será dividida em:

- 25% – Avaliação contínua, observando o envolvimento nas atividades propostas e as respectivas ideias sugeridas.
- 25% – A produção do material de conscientização.
- 50% – A apresentação do material produzido.

Para concretizar a avaliação contínua dos grupos e dos alunos individualmente, sugerimos a seguir uma folha de acompanhamento. A partir desta folha é possível registrar o desenvolvimento das atividades e a efetiva participação dos alunos.

**CARREGADOR SOLAR PARA SMARTPHONES/CELULARES: APRENDIZAGEM
MEDIADA POR PROJETOS.**

INSTRUMENTO DE ACOMPANHAMENTO:

Grupo: 1 - _____
 2 - _____
 3 - _____
 4 - _____
 5 - _____

1º Encontro

GRUPO:	() INSUFICIENTE	() REGULA	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 1:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 2:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 3:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 4:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 5:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO

OBSERVAÇÕES: _____

2º Encontro

GRUPO:	() INSUFICIENTE	() REGULA	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 1:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 2:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 3:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 4:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 5:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO

OBSERVAÇÕES: _____

3º Encontro

GRUPO:	() INSUFICIENTE	() REGULA	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 1:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 2:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 3:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 4:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 5:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO

OBSERVAÇÕES: _____

_____**4º Encontro**

GRUPO:	() INSUFICIENTE	() REGULA	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 1:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 2:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 3:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 4:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO
ALUNO 5:	() INSUFICIENTE	() REGULAR	() BOM	() ÓTIMO

OBSERVAÇÕES: _____

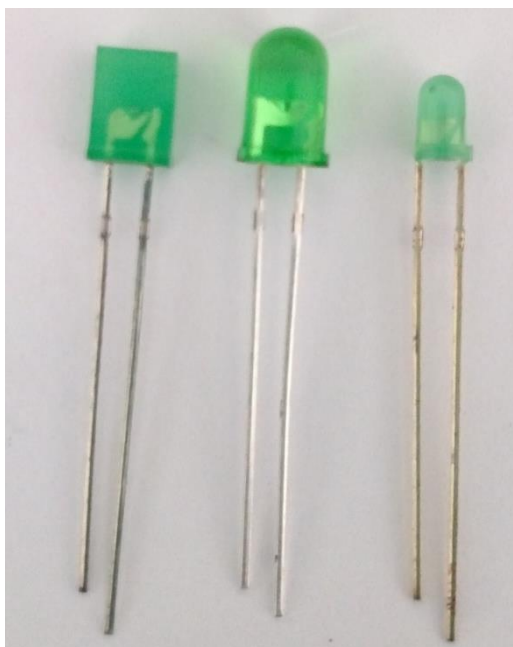
5 CIRCUITOS ELÉTRICOS

5.1 COMPONENTES ELÉTRICOS DOS CIRCUITOS

Para as montagens dos circuitos utilizamos os seguintes componentes:

- Diodos emissores de luz, *LEDs*, de luz verdes: são semicondutores que ao conduzirem corrente elétrica emitem luz e para isso precisam estar corretamente ligados ao circuito, pois os mesmos têm polaridade. Podemos vê-los na Figura 4 e perceber que os dispositivos apresentam terminais de ligação com tamanhos diferentes, o terminal maior é o ânodo (polo positivo) e o menor o cátodo (polo negativo). A ligação, ou polarização, correta exige que o ânodo seja conectado a um potencial elétrico maior que o cátodo.

Figura 4 - *LEDs* verdes



Fonte: Autoria própria (2018).

- Resistores ôhmicos, com resistência elétrica de 330Ω , com tolerância de 5%, que pode ser visto na Figura 5 com o correspondente código de cores: Laranja, Laranja, Marrom e Ouro.

Figura 5 - resistor ôhmico, 330Ω



Fonte: Autoria própria (2018).

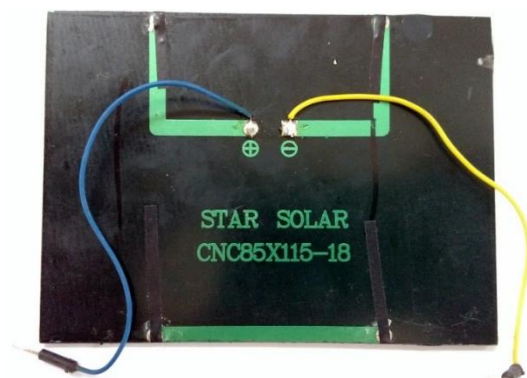
- Placa fotovoltaica modelo CNC85X115-18, Figuras 6 e 7, com especificações máximas de 12V (volts) de tensão elétrica e 1,5 W (watt) de potência elétrica esses valores implicam em uma corrente elétrica 125 mA (miliampères).

Figura 6 - Placa fotovoltaica: Frente



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 7 - Placa fotovoltaica: Contatos elétricos



Fonte: Autoria própria (2018).

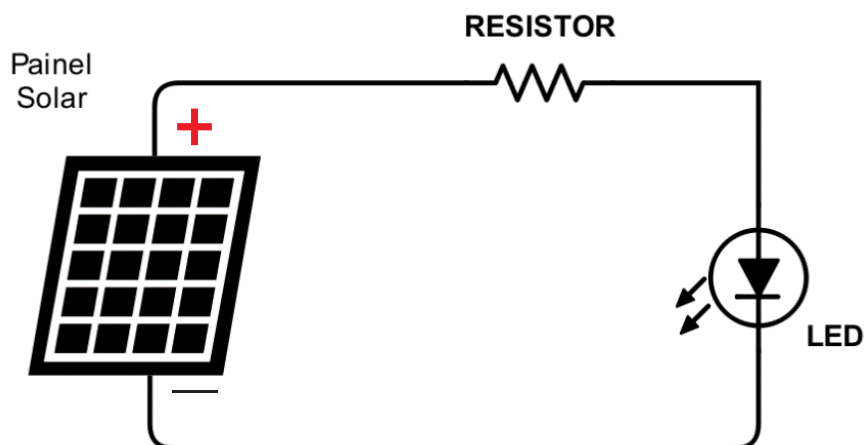
Para a confecção da representação gráfica dos circuitos elétricos utilizamos o serviço gratuito **Scheme-it** oferecido pela **Digi-Key** disponível no site: <https://www.digikey.com/schemeit/>.

5.2 CIRCUITO ELÉTRICO BÁSICO

A montagem básica que utilizamos foi a de um *LEDs* em série com um resistor. O resistor é necessário para limitar a corrente elétrica ao recomendado pelo fabricante do *LED*, normalmente em torno de 30 mA. Este arranjo foi denominado o elemento básico em todos os circuitos. Dadas as características do circuito, tensão elétrica máxima de entrada 12V, queda de tensão no *LED* de 2V o resistor utilizado foi um de 330 Ω .

Neste circuito os alunos foram instigados a analisar a dependência do o ângulo de incidência formado pela radiação solar e o plano formado pela painel solar com a intensidade do brilho do *LED*, o diagrama do circuito é visto na Figura 8.

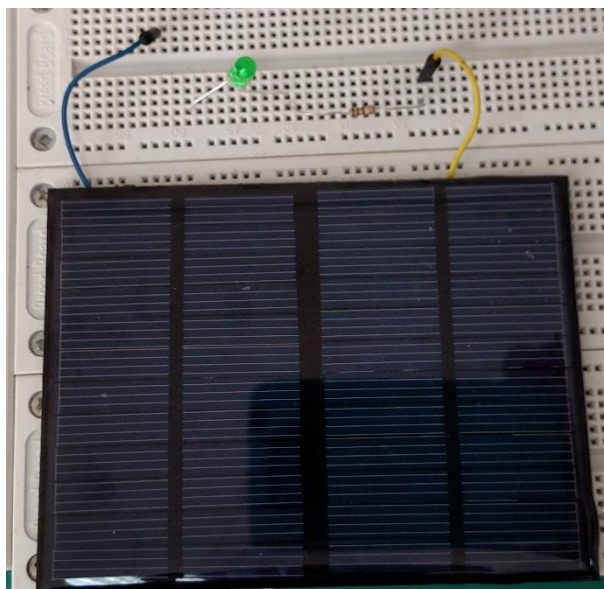
Figura 8 - Circuito elétrico básico



Fonte: Autoria própria (2018).

Na Figura 9 temos a montagem em um *protoboard* pronto para ser ligada. Percebermos que o *LED* está apagado indicando a falta de corrente elétrica no circuito.

Figura 9 - Circuito montado em um protoboard



Fonte: Autoria própria (2018).

Na Figura 10 vemos a montagem em funcionamento com a placa fotovoltaica não recebendo a radiação solar diretamente o que resulta em um brilho reduzido do *LED*.

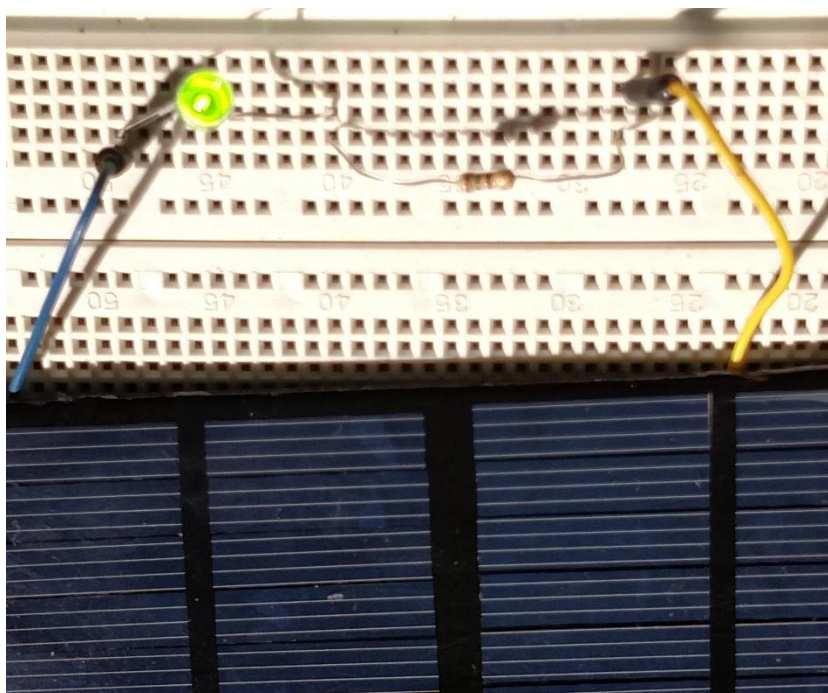
Figura 10 - Circuito elétrico básico, placa fotovoltaica não exposta diretamente a radiação solar



Fonte: Autoria própria (2018).

Na Figura 11 vemos a montagem em funcionamento com placa fotovoltaica recebendo a radiação solar diretamente o que resulta em um brilho intenso do *LED*.

Figura 11 - Circuito elétrico básico, placa fotovoltaica exposta diretamente a radiação solar



Fonte: Autoria própria (2018).

Realizamos várias medidas para caracterizar o circuito e suas propriedades:

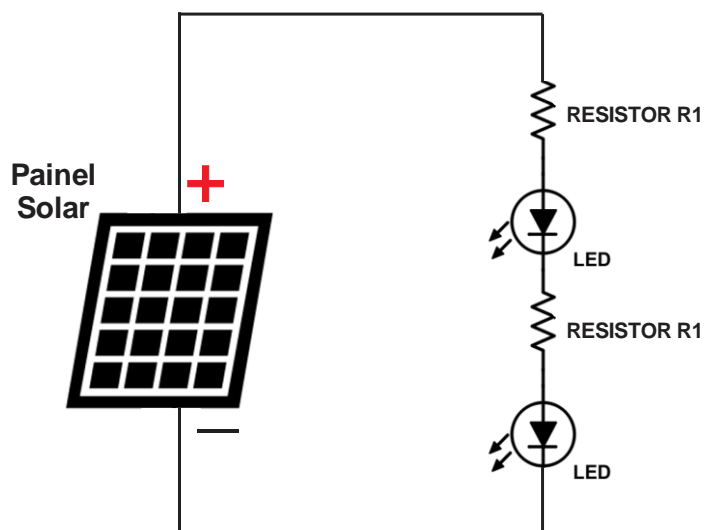
- Tensão elétrica de saída na placa;
- Tensão elétrica sobre o resistor;
- Tensão elétrica sobre o *LED*;
- Corrente elétrica em pontos distintos do circuito.

Ao final da análise do circuito em série os alunos devem reconhecer as suas características: Corrente elétrica igual em todos os pontos do circuito e soma das tensões elétricas dos componentes igual a tensão elétrica da fonte.

5.3 CIRCUITO ELÉTRICO EM SÉRIE

A montagem seguinte foi a de um circuito em série de dois elementos básicos, Figura 12.

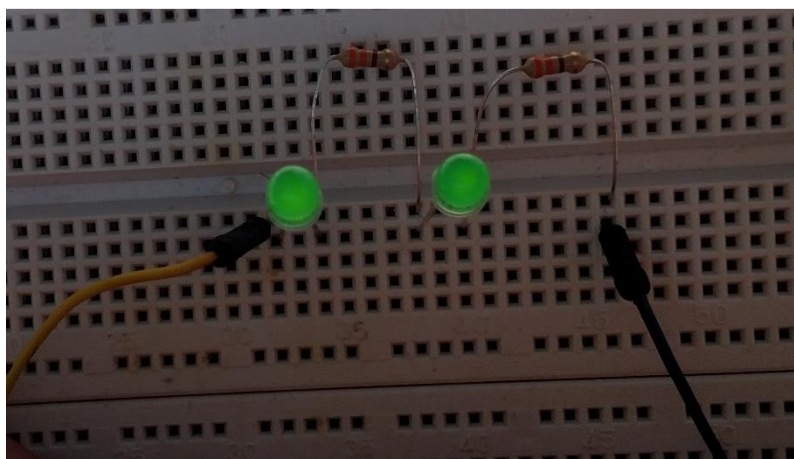
Figura 12 - Circuito elétrico em série.



Fonte: Autoria própria (2018).

Na Figura 13 vemos a montagem em funcionamento, a placa fotovoltaica recebendo a radiação solar diretamente e os *LEDs* colocados na sombra para dar destaque ao brilho.

Figura 13 – Circuito elétrico em série em um *protoboard*



Fonte: Autoria própria (2018).

Várias medidas foram realizadas para caracterizar o circuito e suas propriedades:

- Tensão elétrica de saída na placa;
- Tensão elétrica sobre o resistor;
- Tensão elétrica sobre o *LED*;

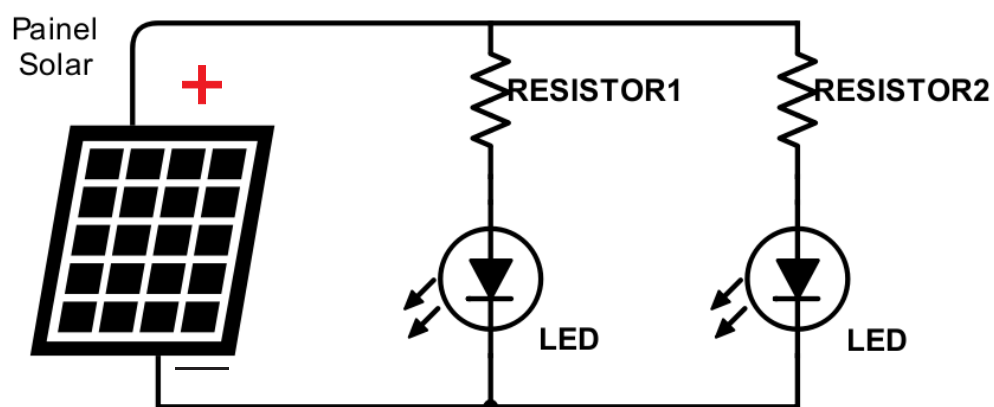
- Corrente elétrica em pontos distintos do circuito.

Ao final da análise do circuito em série os alunos devem reconhecer as suas características: Corrente elétrica igual em todos os pontos do circuito e soma das tensões elétricas dos componentes igual a tensão elétrica da fonte

5.4 CIRCUITO ELÉTRICO EM PARALELO

O terceiro circuito que montamos é um circuito em que dois elementos básicos, conjuntos de *LED* e resistor, estão ligados em paralelo. Na Figura 14 temos o circuito elétrico desta montagem.

Figura 14 - Circuito elétrico em paralelo



Fonte: Autoria própria (2018).

Vemos na Figura 15, a montagem dos componentes em um *protoboard*, com os *LEDs* apresentando brilho reduzido devido a placa fotovoltaica não estar exposta diretamente a radiação solar.

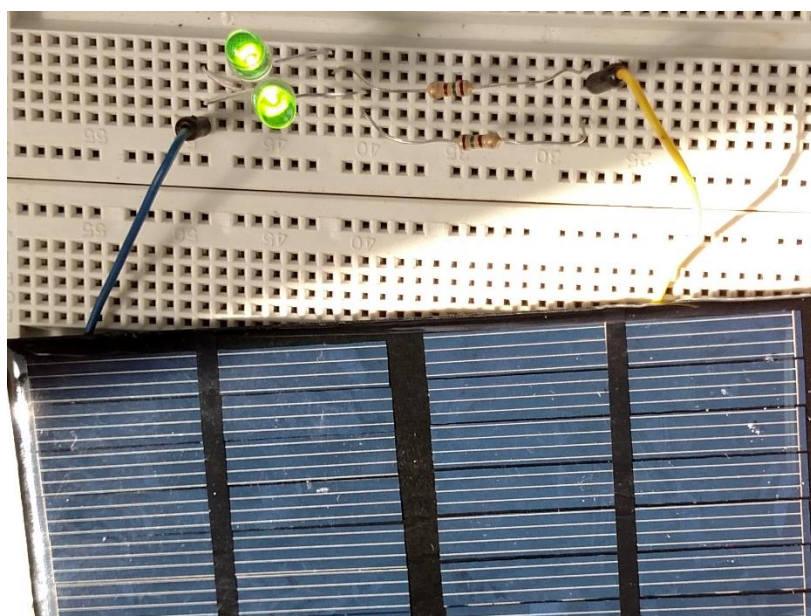
Figura 15 - Circuito elétrico em paralelo: Placa fotovoltaica não exposta diretamente a radiação solar



Fonte: Autoria própria (2018).

Na Figura 16 a placa fotovoltaica que alimenta o circuito está sob radiação solar direta e assim, o brilho dos *LEDs* indicando a passagem de corrente elétrica maior que na situação anterior.

Figura 16 - Circuito elétrico em paralelo: Placa fotovoltaica exposta diretamente a radiação solar



Fonte: Autoria própria (2018).

Novamente medidas das grandezas elétricas foram feitas de modo a caracterizar o circuito em paralelo e diferenciá-lo do circuito em série. As medidas foram:

- Tensão elétrica de saída na placa;

- Tensão elétrica sobre os conjuntos formados por resistor e *LED*;
- Corrente elétrica em pontos distintos do circuito.

Após essas medidas e análise do comportamento do circuito esperamos que os alunos possam identificar as características de circuitos em paralelo: independência dos “ramos”, corrente elétrica que chega a um “nó” igual a corrente que sai.

5.5 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS ELÉTRICAS

Para realizar as medidas das grandezas elétricas utilizamos dois multímetros digitais que, no caso de necessidade de aquisição, têm preços acessíveis, em torno de R\$ 30,00 (trinta reais) cada, valores cotados em setembro de 2017.

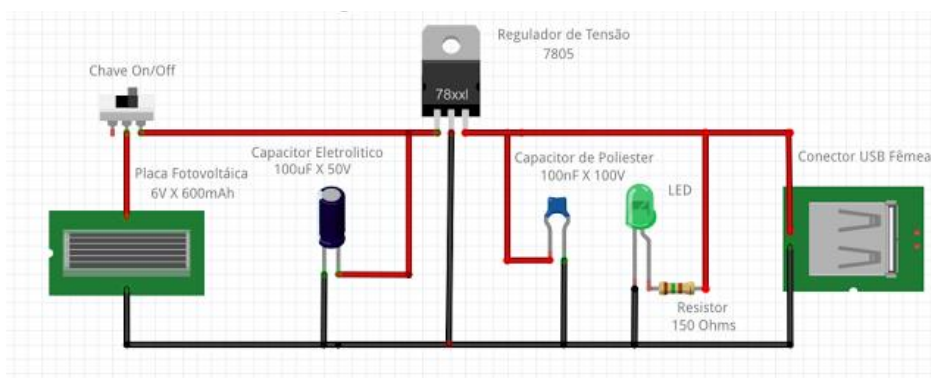
A utilização correta dos mesmos foi mostrada, bem como uma breve fundamentação do funcionamento do processo de medida. As escalas de medida disponíveis foram analisadas e as prováveis de serem utilizadas escolhidas. A especificidade na forma de utilização dos multímetros para medir cada grandeza foi discutida salientando-se a atenção a segurança nos procedimentos.

Não apresentamos aqui as definições das grandezas medidas: tensão elétrica, corrente elétrica e resistência elétrica. Pois estes fundamentos são amplamente discutidas em todos os livros de 3º ano do Ensino Médio consultados e fazem parte do conhecimento básico esperado de professores de Física.

6 CARREGADOR SOLAR

O projeto que escolhemos para a montagem de um carregador solar para dispositivos do tipo *smartphones* (celulares, *tablets*) prima pela simplicidade das conexões com o mínimo de componentes possíveis, o que o torna adequado para aplicação com alunos do Ensino Médio, mesmo os que não têm conhecimentos prévios sobre eletroeletrônica. Este projeto teve como base um disponível no *blog* do Professor Marlon Nardi, Figura 17, no seguinte endereço de internet: <http://www.marlonnardi.com/p/como-fazer-um-carregador-solar-para.html>.

Figura 17 - Projeto base para o circuito do carregador solar



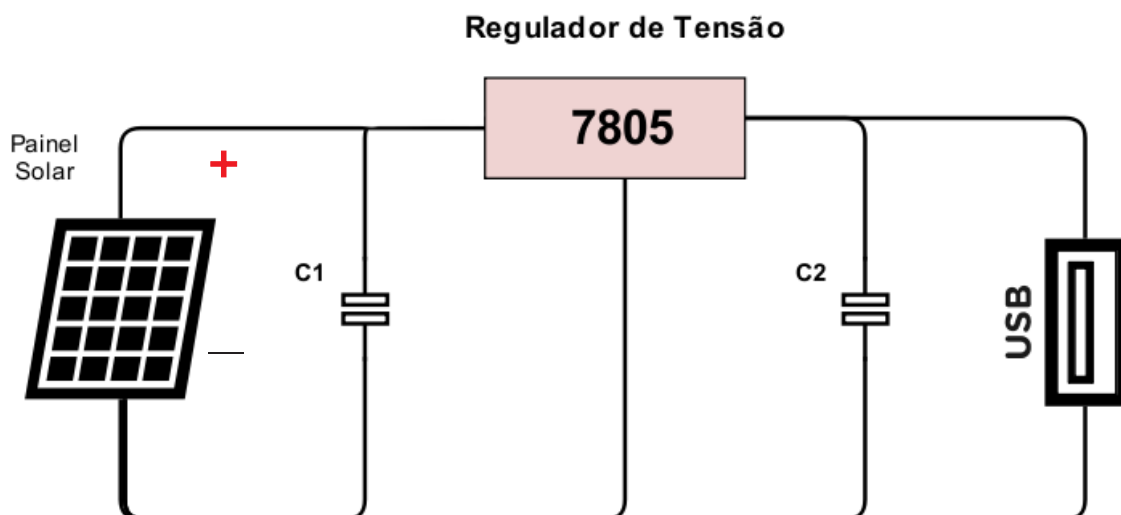
Fonte: Autoria própria (2018).

No circuito proposto para a montagem dos alunos, substituímos a placa fotovoltaica de 6V por uma de 12V com potência elétrica de 1,5W e o simplificamos com a retirada de:

- Chave liga/desliga que pode ser retirada sem nenhum prejuízo para o projeto;
- *LED* e resistor que são utilizados apenas para indicar o funcionamento. Uma vez que os dispositivos atuais têm indicadores visuais do processo de recarga não há prejuízo na retirada desses elementos do circuito. Esta alteração aumenta a corrente elétrica disponibilizada para a recarga.

Com essas alterações o projeto do carregador (Figura 18) ganhou em facilidade de análise, mas continuou funcional.

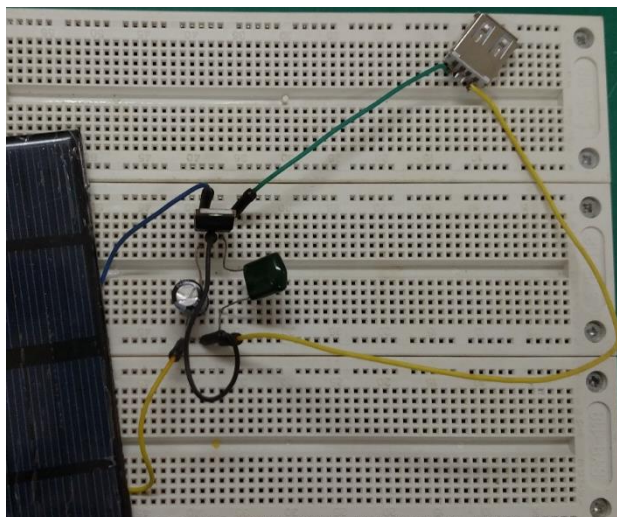
Figura 18 - Circuito simplificado do carregador solar



Fonte: Autoria própria (2018).

Na Figura 19 vemos o carregador montado em um *protoboard*.

Figura 19 - Carregador solar



Fonte: Autoria própria (2018).

A montagem pode ser vista em destaque na Figura 20.

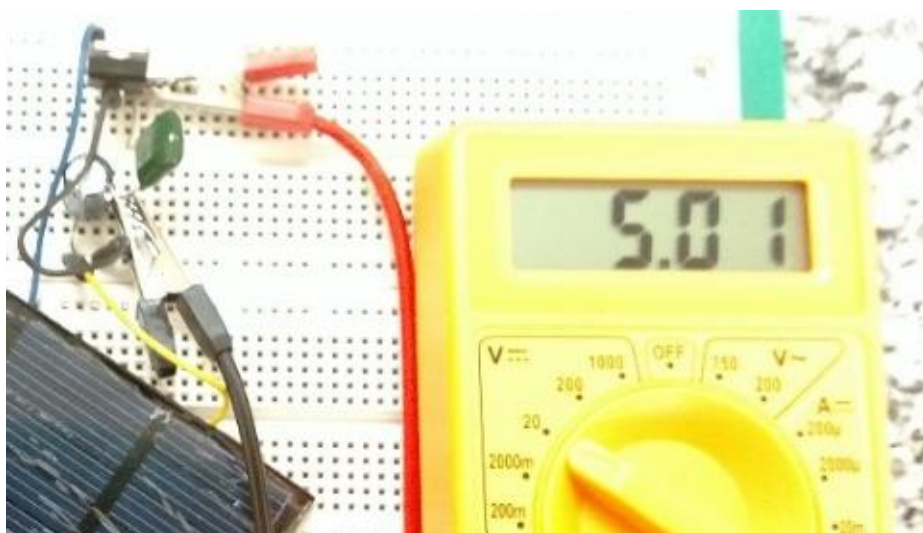
Figura 20 - Carregador solar: Destaque da montagem dos dispositivos



Fonte: Autoria própria (2018).

Na Figura 21 podemos ver a tensão de saída indicada por um voltímetro, pequenas variações em torno de 5V são aceitáveis para a recarga da bateria dos *smartphones*/celulares atuais

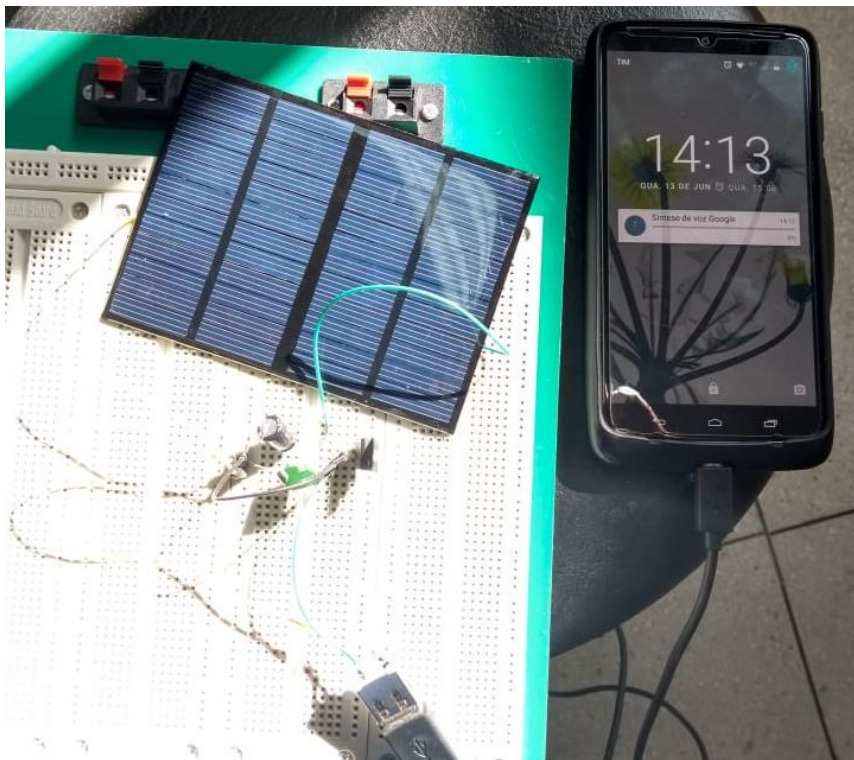
Figura 21 - Carregador solar, tensão de saída



Fonte: Autoria própria (2018).

Na Figura 22 vemos o carregador solar em funcionamento e na Figura 22 o detalhe do ícone que indica o carregamento do *smartphone*.

Figura 22 - Carregador solar em funcionamento



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 23 - Carregador solar em funcionamento: Detalhe do ícone de carregamento de um *smartphone*



Fonte: Autoria própria (2018).

6.1 COMPONENTES

- 1 Placa Fotovoltaica;
- 1 Regulador de tensão 7805;
- 1 Capacitor eletrolítico 100uF x 50V (C1);
- 1 Capacitor de poliéster 100nF x 100V (C2);
- 1 Conector *USB* fêmea;
- 1 metro de fio 1mm.
- *Protoboard*.

6.2 Preço dos componentes

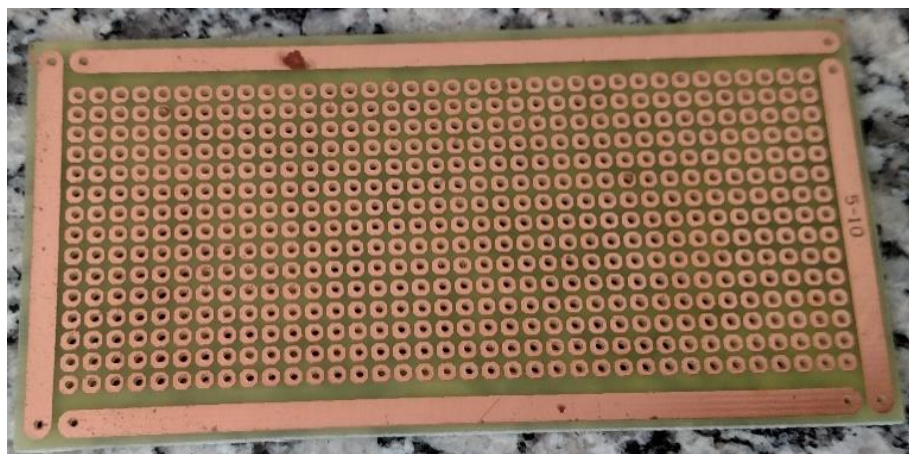
A tabela 2 mostra o valor investido no projeto, o valor apenas para os componentes foi de R\$ 16,43 com a adição do *protoboard* que pode ser reutilizado para outros projetos e com uma placailhada, Figura 24, que pode ser utilizada para montagens definitivas o valor chega a R\$ 44,43. Esses valores foram cotados em setembro de 2017.

Tabela 2 – Preço dos componentes

Item	Valor
Placa Solar 12V e 1,5W	R\$ 11,53
Frete Placa solar	R\$ 1,00
Regulador de Tensão 7805	R\$ 1,50
Capacitor Eletrolítico 100uF x 50V	R\$ 0,30
Capacitor Poliéster 100nF x 100V	R\$ 0,10
Conector <i>USB</i>	R\$ 2,00
Total dos Componentes	R\$ 16,43
<i>Protoboard</i>	R\$ 20,00
Placa ilhada	R\$ 8,00
Total Geral	R\$ 44,43

Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 24 - Placailhada para confecção de circuitos



Fonte: Autoria própria (2018).

6.3 CARREGADOR SOLAR COMERCIAL

A partir da aprendizagem adquirida pelos alunos, através deste projeto de ensino, surgiu o interesse deles de montarem seus próprios carregadores solares portáteis. Para exemplificar, as possibilidades práticas para o projeto, montamos um carregador solar com a adição de uma caixa de acrílico para proteger os componentes e facilitar o transporte do mesmo.

Na Figura 25, vemos o carregador portátil já pronto. Neste foi adicionado ao circuito das atividades experimentais um modo de identificar o funcionamento (ligado-desligado). Para isto, introduzimos na saída do carregador solar um *LED* vermelho de alto brilho em série com um resistor de 150Ω e com uma chave tipo *pushbutton* de modo que o *LED* só permanece acesso enquanto o botão estiver pressionado.

Figura 25 - Carregador solar comercial finalizado



Fonte: Autoria própria (2018).

Na Figura 26 vemos em detalhes a conexão *USB* para *smartphones/celulares* e o arranjo para indicar funcionamento o *LED* e o *pushbutton*.

Figura 26 - Carregador solar comercial: Saída *USB* e sinalização de funcionamento



Fonte: Autoria própria (2018).

Na Figura 27, podemos ver o acionamento do sistema de indicação de funcionamento.

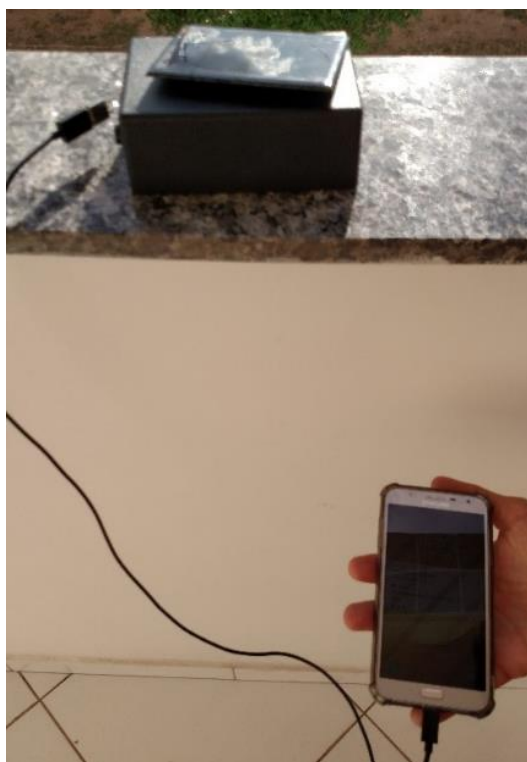
Figura 27 - Carregador solar comercial: Indicação de funcionamento



Fonte: Autoria própria (2018).

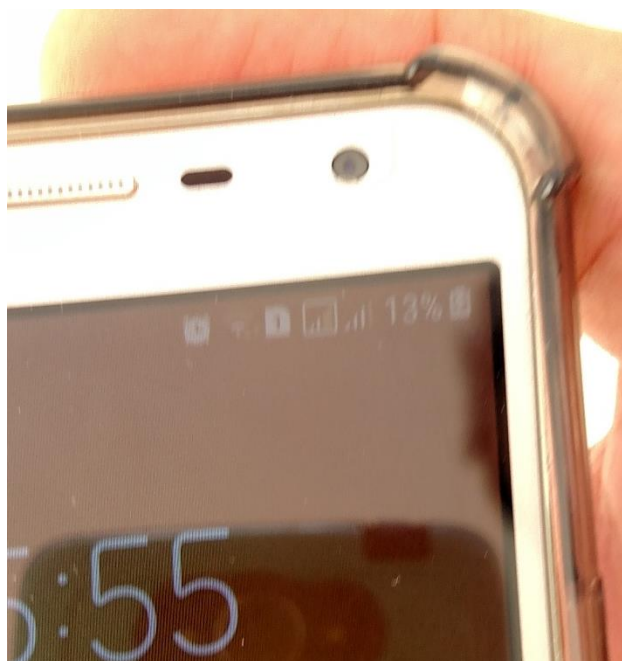
Na Figura 28 vemos um *smartphone* sendo carregado pelo carregador solar comercial e na Figura 29 detalhe do ícone de carregamento do *smartphone*.

Figura 28 - Carregador solar comercial: Funcionamento



Fonte: Aatoria própria (2018).

Figura 29 - Carregador solar comercial: Detalhe do ícone de carregamento



Fonte: Aatoria própria (2018).

A confecção deste protótipo de um carregador solar comercial é uma ótima oportunidade para demonstrar as conexões da Física para a vida cotidiana dos alunos e além disso, criar possibilidades para diversos caminhos formativos que extrapolam os conteúdos programáticos da disciplina.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J. P., & BORGES, A. T. (Setembro de 2006). O entendimento dos estudantes sobre energia no início do Ensino Médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23, 182-217. Acesso em 02 de Março de 2018, disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6275/12765>
- BORGES, C. C., DICKMAN, A. G., & VERTCHENKO, L. (2018). Uma aula sobre conversão de energia utilizando bicicleta, motor, alternador e lâmpada. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 40. Acesso em 10 de Junho de 2017, disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v40n2/1806-1117-rbef-40-02-e2504.pdf>
- BRASIL. (2006). *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)*. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Ministério da Educação. Brasília.
- BRASIL. (2017). *Matriz energética*. Brasília. Acesso em 28 de Junho de 2017, disponível em <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica>
- BUNGE, M. (2000). Energy: between physics and metaphysics. *Science & Education*, 9, 459-463.
- CARMONA, A. C. (2012). *A unidade Didática como estratégia de ensino integrado – dos fundamentos didatológicos aos processos de construção*. Dissertação (Mestrado em Educação Pré-Escolar) Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco, Portugal. Acesso em 20 de Outubro de 2016, disponível em <https://repositorio.ipcb.pt/handle/10400.11/1563>
- CRUZ, R. (26 de Fevereiro de 2012). *As lições dos Laboratórios Bell*. Acesso em 10 de Junho de 2018, disponível em Estadão: <https://link.estadao.com.br/blogs/renato-cruz/as-licoes-dos-laboratorios-bell/>
- DELUIZ, N., & NOVICKI, V. (2004). Trabalho, meio ambiente e desenvolvimento sustentável: implicações para uma proposta de formação crítica. *Boletim Técnico do Senac*, 30(2), 18-29. Acesso em 10 de Dezembro de 2016, disponível em <http://www.bts.senac.br/index.php/bts/article/view/516/439>

- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. (s.d.). *Matriz Energética e Elétrica*. Acesso em 10 de Novembro de 2017, disponível em Empresa de Pesquisa Energética: <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>
- FADIGAS, E. A. (2012). *Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade técnico-econômica*. São Paulo: GEPEA - Grupo de Energia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Acesso em 20 de Agosto de 2018, disponível em <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=26978>
- GASPARIN, F. P. (2012). *Análise de efeitos transientes na caracterização elétrica de módulos fotovoltaicos*. Tese (Doutorado em Engenharia) – UFGRS, Porto Alegre.
- MENEGOLLA, M., & SANT'ANNA, I. M. (2017). *Por que Planejar? Como Planejar? Currículo – Área – Aula (22 ed.)*. Rio de Janeiro: Vozes.
- NASCIMENTO, C. A. (2004). *PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA CÉLULA FOTOVOLTAICA*. Monografia (Especialização em Fontes Alternativas), Lavras. Acesso em 15 de Janeiro de 2017, disponível em http://www.solenerg.com.br/files/monografia_cassio.pdf
- NUÑEZ, I. B., & RAMALHO, B. L. (2004). *Fundamentos do Ensino-Aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática: o Novo Ensino Médio*. Porto Alegre: Meridional.
- PACHECO, F. (2006). Energias Renováveis: breves conceitos. *Conjuntura e Planejamento*, 4-11. Acesso em 18 de Janeiro de 2018, disponível em http://www.sei.ba.gov.br/images/publicacoes/download/cep/c&p_149.zip
- ROCHA FILHO, J. B., SALAMI, M. A., & COSTA, S. S. (2006). *USOS DA GRAFITE NO DESENVOLVIMENTO DE EXPERIMENTOS PARA ENSINO DE FÍSICA*. Porto Alegre: PUCRS.
- SILVA, S. (Julho de 2013). *Aprendizagem ativa*. Acesso em 11 de Abril de 2018, disponível em Ensino Superior: <http://www.revistaeducacao.com.br/aprendizagem-ativa/>

SOUSA, R. (12 de Dezembro de 2016). *Painel Solar (Placa Solar): A Verdade Sobre o Preço e Como Funciona*. Acesso em 12 de Janeiro de 2018, disponível em BlueSol: <http://blog.bluesol.com.br/painel-solar-preco-e-como-funciona/>

TIBA, C. (2000). *Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados terrestres*. Recife: Ed. Universitária UFPE.

APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES E SUAS FUNÇÕES NO CIRCUITO DO CARREGADOR

I. PLACA FOTOVOLTAICA

Os painéis fotovoltaicos convertem a energia solar em energia elétrica, de acordo com Alvarenga (2004)

A energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico). Edmond Becquerel relatou o fenômeno em 1839, quando nos extremos de uma estrutura de matéria semicondutora surge o aparecimento de uma diferença de potencial elétrico, devido à incidência de luz. No processo de conversão da energia radiante em energia elétrica a célula é a unidade fundamental (NASCIMENTO, 2004, p. 7)

A placa precisa ter tensão de operação entre 7V e 35V devido as características do regulador de tensão escolhido. Outro fator importante a ser considerado é a potência da placa escolhida que está diretamente ligada a corrente fornecida pelo carregador e conseqüentemente ao tempo de carga do dispositivo conectado. Para o desenvolvimento das atividades propostas foram utilizadas as placas vistas na Figura 30.

Figura 30 - Placas fotovoltaicas utilizadas nas atividades experimentais



Fonte: Autoria própria (2018).

II. REGULADOR DE TENSÃO 7805

É o responsável por manter a tensão de saída contínua constante em 5V, a partir de uma entrada contínua variável que precisa estar entre 7V e 35V. A corrente máxima fornecida por este regulador é de 1A.

III. CAPACITOR ELETROLÍTICO

Elemento responsável por garantir que o regulador receba uma tensão de entrada adequada, filtrando as flutuações inerentes a sistemas fotovoltaicos, por exemplo, passagem de alguma nuvem que encubra temporariamente o sol. O capacitor escolhido pode manter a tensão de entrada adequada por intervalos de tempo pequenos.

IV. CAPACITOR POLIÉSTER:

Elemento para filtrar da tensão de saída pequenas flutuações (*ripple*) que podem ocorrer.