



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
**CAMPUS DE REALEZA**  
**CURSO DE FÍSICA - LICENCIATURA**

**PATRÍCIA KARINE PIOTROSKI**

**PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NA**  
**EDUCAÇÃO BÁSICA**

**REALEZA**

**2017**

**PATRÍCIA KARINE PIOTROSKI**

**PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NA  
EDUCAÇÃO BÁSICA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado  
como requisito para obtenção de grau de Licenciada em  
Física da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Caetano

**REALEZA**

**2017**

## FICHA CATALOGRÁFICA

### PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

PIOTROSKI, PATRICIA KARINE  
PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ENERGIAS  
RENOVÁVEIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA/ PATRICIA KARINE  
PIOTROSKI. -- 2017.  
69 f.:il.

Orientador: Dr. Clóvis Caetano.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de fÍSICA ,  
Realeza, PR, 2017.

1. Ensino de Física. 2. Energias Renováveis. 3.  
Sequência Didática. 4. Energia Solar. I. Caetano, Dr.  
Clóvis, orient. II. Universidade Federal da Fronteira  
Sul. III. Título.

**PATRÍCIA KARINE PIOTROSKI**

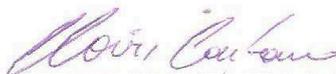
**PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NA  
EDUCAÇÃO BÁSICA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Licenciada em Física pela Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Caetano

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 04/12/2017.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Clóvis Caetano – UFFS



Me Edson Antônio Santolin - UFFS



Prof. Dr. Fábio de Souza Alves - IFPR

A Deus, aos meus pais Boaventura e Sirlei,  
minhas irmãs Francieli e Danieli e a minha amada  
sobrinha Giordana.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por me possibilitar realizar este sonho.

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e incentivar os meus estudos, pelo apoio afetivo e financeiro.

Ao meu orientador, professor Caetano, por me confiar seu precioso tempo e conhecimento, pela disponibilidade de colaborar para que este trabalho fosse concluído com êxito.

Aos professores da UFFS, por me permitirem estar “sobre ombros de gigantes”.

Aos meus colegas de graduação, pela amizade e companheirismo.

Ao técnico de laboratório Samuel por toda ajuda na oficina.

Ao Colégio Estadual José de Anchieta - EFM, diretor Fausto e pedagoga Iara, por não medirem esforços para me auxiliarem.

Aos alunos participantes de minha pesquisa, espero tê-los ajudado a compreender um pouco mais da Física.

## RESUMO

Este trabalho refere-se a uma pesquisa de cunho qualitativo a partir da qual construiu-se e aplicou-se uma sequência didática em forma de oficina sobre o tema Energias Renováveis. A oficina foi aplicada em uma escola da rede pública de ensino básico e contou com a discussão teórica do assunto e realização de atividades práticas, através da construção de carrinhos elétricos movidos a energia solar e desenvolvidos com materiais de baixo custo. A sequência didática foi planejada para servir como material de apoio a professores de Física interessados na abordagem do assunto em suas aulas, visando contribuir tanto para o entendimento dos conceitos físicos envolvidos no funcionamento do carrinho solar como os aspectos ambientais, conscientizando os estudantes para a preservação ambiental de modo que assumam o compromisso de garantir melhores condições de vida para as gerações futuras. Os resultados obtidos a partir da aplicação de pré e pós-teste e o envolvimento dos estudantes nas atividades propostas contribuíram para a compreensão do nível de conhecimento dos mesmos a respeito do tema e o interesse pela aprendizagem de conceitos físicos através da construção dos carrinhos solares.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Energias Renováveis, Sequência Didática, Energia Solar.

## **ABSTRACT**

This work refers to a qualitative research from which a didactic sequence in the form of a workshop on the theme Renewable Energies was constructed and applied. The workshop was applied in a public school of basic education and included both the theoretical discussion of the subject and the implementation of practical activities, through the construction of solar powered toy cars built with low cost materials. The didactic sequence was designed with the purpose of supporting Physics teachers interested in approaching the subject in their classes, aiming to contribute both to the understanding of the physical concepts involved in the operation of the solar toy cars and the environmental aspects, making students aware of the environmental conservation to ensure a better standard of living for future generations. The results obtained from the application of pre and post-test and the student involvement in the proposed activities contributed to the understanding of the students' level of knowledge about the subject and their interest in learning physical concepts through the construction of the solar toy cars.

**Keywords:** Physics teaching, Renewable energies, Didactic sequence, Solar energy.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Fontes de energia utilizadas no Brasil. ....	11
Figura 2 - Ilustração de um circuito elétrico simples. ....	17
Figura 3 - Semicondutor do tipo N. ....	19
Figura 4 - Semicondutor do tipo P. ....	19
Figura 5 - Estrutura de uma célula solar. ....	20
Figura 6 - Hierarquia fotovoltaica. ....	21
Figura 7 - Associação de células solares em série. ....	22
Figura 8 - Associação de células solares em paralelo. ....	22
Figura 9 - Esquema de funcionamento de um motor elétrico. ....	23
Figura 10 - Esquema básico das etapas da pesquisa-ação. ....	27
Figura 11 - Protótipo de carrinho solar. ....	28
Figura 12 - Protótipo de carrinho solar. ....	29
Figura 13 - Protótipo de carrinho solar. ....	29
Figura 14 - Histórico do IDEB do município de Planalto - PR. ....	31
Figura 15 - IDEB do Colégio Estadual José de Anchieta - EFM (Planalto - PR). ....	31
Figura 16- Metas e valores do IDEB Colégio Estadual José de Anchieta. ....	32
Figura 17 - Pilha de limão construída pelos alunos. ....	35
Figura 18 - Parte dos participantes respondendo ao pré teste no primeiro encontro. ....	38
Figura 19 - Protótipos. ....	39
Figura 20 - Protótipos. ....	39
Figura 21 - Participante realizando testes durante o terceiro encontro. ....	40
Figura 22 - Porcentagem dos resultados obtidos no pré teste. ....	41
Figura 23 - Questões respondidas no pré teste. ....	42
Figura 24 - Porcentagem dos resultados obtidos no pós teste. ....	47
Figura 25 - Questões respondidas no pós teste. ....	48
Figura 26 - Comparação de acertos entre o pré e pós teste. ....	49
Figura 27 - Pilha de limão. ....	58
Figura 28 - Materiais utilizados na construção do carrinho solar. ....	60
Figura 29 - Passo a passo para a construção de carrinhos solares. ....	61
Figura 30 - Modelo de carrinho solar. ....	62
Figura 31 - Pré e pós teste. ....	69

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>13</b>
2.1. ENERGIA	13
2.2. FORMAS DE ENERGIA	13
2.3. FONTES DE ENERGIA	15
2.4. ENERGIAS RENOVÁVEIS	16
2.5. ENERGIA SOLAR	16
2.6. CORRENTE ELÉTRICA	17
2.7. CÉLULA FOTOVOLTAICA	18
2.8. MOTOR	22
2.9. O ENSINO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NAS ESCOLAS	23
2.10. SEQUÊNCIA DIDÁTICA	25
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>26</b>
3.1. PLANEJAMENTO	27
<b>3.1.1. Sobre a instituição escolar</b>	<b>30</b>
3.2. AÇÃO E DESCRIÇÃO	32
<b>3.2.1. Primeiro encontro</b>	<b>33</b>
<b>3.2.2. Segundo encontro</b>	<b>36</b>
<b>3.2.3. Terceiro encontro</b>	<b>37</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>38</b>
4.1. SOBRE A PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES	38
4.2. SOBRE OS TESTES	40
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE A - Sequência didática para o ensino de energias renováveis</b>	<b>56</b>
<b>ENCONTRO 1</b>	<b>57</b>
<b>ENCONTRO 2</b>	<b>59</b>
<b>ENCONTRO 3</b>	<b>62</b>
<b>CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS UTILIZADOS</b>	<b>63</b>
<b>MOTORES</b>	<b>63</b>
<b>CÉLULAS SOLARES</b>	<b>63</b>
<b>ENGRENAGENS, FIOS E CONECTORES</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE B - Referências Complementares</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE C - Pré e pós teste</b>	<b>67</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade, a energia em suas diversas formas foi sendo utilizada para a manutenção da vida. Primeiramente, pode-se destacar a energia dos corpos na “luta da sobrevivência, em um mundo onde somente os fortes sobreviviam” (EDP, [20--]). Algum tempo depois, evidencia-se o uso do fogo, a força dos ventos e o movimento da água, como forma de multiplicar a força física e usufruir de seus benefícios.

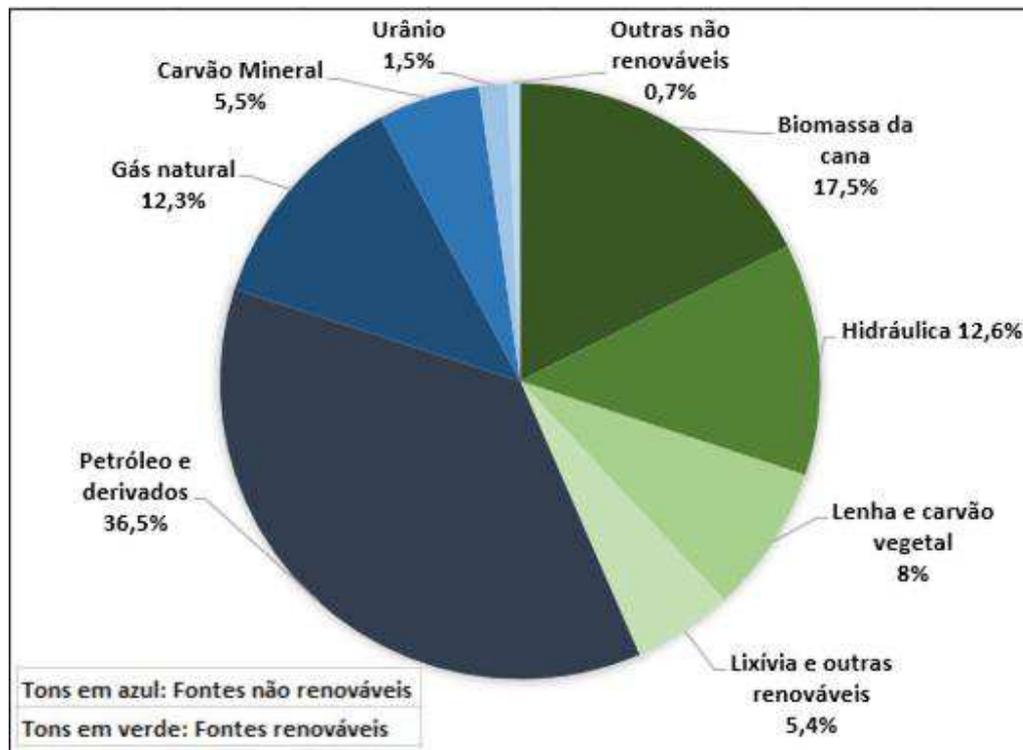
As descobertas das grandes navegações nos séculos XV e XVI ocorreram praticamente graças à energia dos ventos. Nos moinhos, este tipo de energia marca o início dos processos industriais com a transformação dos produtos primários, moendo trigo, milho, além de outras tarefas (EDP, [20--]). “Embora o aproveitamento dos ventos para geração de energia elétrica seja recente, a chamada energia eólica já era aproveitada a pelo menos 3000 A.C.” (FARIAS; SELLITTO, 2011, p. 9).

Com o grande desenvolvimento proporcionado pela Revolução Industrial entre os séculos XVIII e XIX, o homem expandiu ainda mais sua eficiência na indústria e no transporte a partir da utilização da máquina a vapor. A população cresceu e o consumo de energia mais que triplicou nesse período (PEREIRA et al., 2006). Com isso, se viu a necessidade de ampliar os processos de obtenção de energia através de técnicas mais eficazes, de melhor custo-benefício para a época. Criou-se então os motores movidos a combustão interna, que se utilizavam de carvão mineral e derivados do petróleo. Em seguida, surgiram os motores elétricos e mais tarde os reatores nucleares.

Nos dias de hoje, o progresso da tecnologia e o desenvolvimento humano contribuem para que o consumo energético cresça, uma vez que a sociedade moderna é dependente do uso de máquinas, aparelhos e instrumentos que utilizam a transformação de energia para funcionar.

Segundo o Balanço Energético Nacional da Empresa de Pesquisa Energética (2017, p. 15), em 2016, a demanda de energia brasileira é suprida em 43,5% através de fontes renováveis e 56,5% a partir de fontes não renováveis. O gráfico na Figura 1 apresenta detalhadamente as fontes da energia consumida no Brasil.

Figura 1- Fontes de energia utilizadas no Brasil.



Fonte: EPE, 2017, p. 15.

Frente aos problemas relacionados ao uso de fontes de energias não renováveis, como por exemplo a poluição ambiental e esgotamento da oferta, “a procura por alternativas renováveis é uma questão de sobrevivência para a humanidade” (ROCHA; COSTA, [20--]) e essa preocupação vem “impulsionando a comunidade científica a pesquisar e desenvolver fontes alternativas de energia menos poluentes, renováveis e que produzam pouco impacto ambiental (PEREIRA et al., 2006).

No sentido de colaborar com o meio ambiente no uso de fontes alternativas, o Brasil apresenta algumas vantagens em relação à outros países quanto à captação e aproveitamento deste tipo de energia, devido à sua extensão territorial e fatores climáticos favoráveis.

Com cerca de 8,5 milhões de quilômetros quadrados, mais de 7 mil quilômetros de litoral e condições edafo-climáticas extremamente favoráveis, o Brasil possui um dos maiores e melhores potenciais energéticos do mundo. Se, por um lado, as reservas de combustíveis fósseis são relativamente reduzidas, por outro, os potenciais hidráulicos, da irradiação solar, da biomassa e da força dos ventos são suficientemente abundantes para garantir a auto-suficiência energética do país (ANEEL, 2002).

Apesar das condições favoráveis à utilização de fontes renováveis de energia no Brasil, ainda são poucos os resultados econômicos relacionados à estas fontes, devido à falta de parques

geradores e investimentos na área. No entanto, considerando a esgotabilidade da oferta energética de fontes não renováveis, para poder acompanhar a expansão do consumo, é preciso que o país passe por uma “[R]evolução na nossa forma de gerar e consumir energia nos próximos anos” (GREENPEACE, 2013). Para isso, é preciso “uma estruturação do setor em torno da conservação da energia e políticas públicas de apoio a energias renováveis” (ROCHA; COSTA, [20--]).

A escola também pode contribuir para que essa revolução aconteça, fazendo seu papel em levar conhecimento e conscientizar seus estudantes para o consumo sustentável, a fim de garantir qualidade de vida para as gerações futuras.

O estudo de assuntos ambientais justifica-se na relação entre os seres humanos e a natureza pois a “interação da sociedade com ambiente tem sido conflituosa, onde os aspectos econômicos têm se sobreposto a qualidade de vida coletiva. Assim, analisar, refletir e propor novos modelos de interação devem fazer parte do cotidiano e a escola é um dos espaços para tal atividade” (SILVA; CALIXTO, 2013). Para isso, buscou-se neste trabalho construir uma sequência didática para a abordagem do tema energias renováveis na educação básica, através da discussão do assunto e realização de atividades relacionadas ao mesmo, promovendo a aprendizagem do conteúdo de Energia e suas transformações.

Nas próximas seções serão discutidos aspectos teóricos que contribuíram para a construção deste trabalho, a metodologia utilizada e os resultados obtidos.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo pretende apresentar uma breve discussão de assuntos teóricos que embasaram a construção deste trabalho, fazendo articulações para justificar a metodologia utilizada na sequência didática. Para isso, será apresentado o assunto Energia, as formas com que ela se manifesta, tipos e classificação das fontes, mais especificamente as fontes renováveis, atentando para a utilização da energia solar, bem como discutir de maneira técnica conceitos físicos relacionados ao funcionamento de um carrinho elétrico movido a energia solar, proposto como atividade prática durante a sequência didática construída e aplicada na escola.

Pretende-se ainda abordar o ensino de energias renováveis na escola e sua contribuição para o ensino de Física, apresentando o que é uma sequência didática, utilizada como forma de planejar e trabalhar os conteúdos durante a oficina.

Para tanto, em cada tópico será discutido um conceito diferente, buscando caracterizar os conteúdos trabalhados na sequência didática e relacionados ao funcionamento do motor e da célula solar.

### 2.1. ENERGIA

Energia, segundo a Física, é a capacidade de realizar trabalho. Trabalho por sua vez, é o resultado de uma força que movimenta um corpo de um local para outro, o qual não pode ocorrer sem energia. Ainda, durante a realização de trabalho a energia é transformada de uma forma para outra e por isso o trabalho não pode ser armazenado (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008, p.154).

É a energia que faz com que ações se realizem, sem ela um organismo ou dispositivo não podem realizar trabalho. A todo instante estamos utilizando energia e podemos evidenciar sua existência através do movimento dos corpos, da luz e do calor do Sol, do funcionamento de dispositivos eletrônicos, entre outros.

A lei da conservação de energia nos diz que a energia não pode ser criada nem destruída, somente transformada ou transferida, isto é, a energia do Universo é constante, sendo que sua utilidade está na mudança de uma forma em outra (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008, p.153).

### 2.2. FORMAS DE ENERGIA

A energia pode manifestar-se de diversas formas, sendo que pode ser classificada como

energia potencial ou energia cinética. A energia potencial é assim chamada porque pode ser armazenada e a qualquer momento ser liberada. Já a energia cinética está relacionada com o estado de movimento de um corpo, variando com a sua velocidade. Assim, no estado de repouso a energia cinética de um corpo é nula.

Os tipos de energia disponíveis na natureza ou obtidos a partir da transformação de uma forma de energia em outra, são seis: mecânica, térmica, elétrica, química, radiante e nuclear.

A energia mecânica é aquela relacionada ao movimento. Um carro andando, um chute na bola, correr, andar, tudo isso requer energia mecânica para acontecer. Vale ressaltar que a energia mecânica é a combinação de energia potencial e energia cinética. Assim, a água armazenada na barragem de uma hidrelétrica possui energia mecânica na forma de energia potencial, podendo ser transformada em energia cinética quando é liberada.

A energia térmica está relacionada com o estado de agitação das moléculas que compõem um corpo (que estão sempre em movimento). Os efeitos da manifestação desse tipo de energia podem ser percebidos no dia a dia com muita facilidade quando, por exemplo, cozemos alimentos.

A energia elétrica é a consequência do movimento de cargas elétricas como elétrons no interior de um condutor. Para que isso ocorra, é preciso uma diferença de potencial entre dois pontos do condutor. A energia elétrica é uma das formas mais úteis da energia pois pode ser facilmente armazenada, transmitida e transformado em outras formas de energia.

A energia química refere-se à energia armazenada na matéria devido às ligações químicas e liberada quando essas ligações são quebradas. Um exemplo comum é a energia armazenada em um combustível como a gasolina. No interior do motor de um veículo, a gasolina entra em combustão, liberando a energia armazenada, que é utilizada em parte para mover o veículo (MOTA; ROSENBAACH JUNIOR; PINTO, 2010, p. 18).

Energia radiante refere-se à radiação que se propaga através de ondas eletromagnéticas. Existem várias formas de energia radiante, as quais compõem o espectro eletromagnético com frequências que vão desde as ondas de rádio (da ordem de  $10^4$  Hz) até ondas de raio gama (da ordem de  $10^{20}$  Hz). A luz visível é uma forma de energia radiante com frequência sensível ao olho humano.

A energia nuclear, por sua vez, é armazenada no núcleo atômico, o qual é formado por subpartículas interligadas que, quando sofrem alguma mudança, liberam energia através dos processos de fissão ou fusão. No processo de fissão nuclear, o núcleo do elemento químico Urânio (não necessariamente) é dividido e, nesse processo, há a liberação de grande quantidade de energia.

Já na fusão nuclear, dois núcleos de elementos leve como o hidrogênio se unem formando um elemento mais pesado como o hélio. Nesse processo também é liberada uma grande quantidade de energia.

### 2.3. FONTES DE ENERGIA

Existem diversas fontes de energia, as quais podem ser classificadas entre fontes primárias e secundárias. As do primeiro tipo são as fontes “oriundas da natureza, em sua forma direta, como o petróleo, o gás natural, o xisto, o carvão mineral, os resíduos vegetais e animais, a energia solar e a eólica e os produtos da cana-de-açúcar, como o caldo de cana, o melão e o bagaço” (COPEL, 2008).

As energias secundárias são obtidas através das fontes primárias, as quais sofrem diferentes transformações que têm como destino os diversos setores de consumo (COPEL, 2008). São exemplos o óleo combustível, gasolina, querosene, eletricidade, carvão vegetal, entre outros.

As fontes primárias podem ser classificadas entre renováveis e não renováveis. As fontes não renováveis de energia são aquelas em que “a natureza não tem condições de repor em um horizonte de tempo compatível com seu consumo pelos seres humanos” (GOLDEMBERG; LUCON, 2012, p. 68). São exemplos os combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral, gás natural) e o urânio para a produção de energia nuclear.

Os combustíveis fósseis são assim denominados por passarem pelo processo de combustão para liberarem energia, daí o termo combustível. Já a palavra fóssil é devida a essas substâncias de origem mineral serem formadas a partir da decomposição da matéria orgânica por milhões de anos. São encontrados na natureza em níveis profundos do subsolo, tanto dos continentes quanto dos oceanos. Os principais combustíveis fósseis são o carvão, o petróleo e o gás natural.

Pelo fato de terem de ser queimados para liberar energia, esses combustíveis emitem gases altamente poluentes para a atmosfera, especialmente o dióxido de carbônico, mas também o metano, e o óxido nitroso e outros gases que contribuem significativamente para o aquecimento global, a destruição da camada de ozônio e vários outros problemas ambientais e de saúde coletiva.

O urânio por sua vez, utilizado como combustível em usinas termonucleares, é um elemento químico radioativo que pode ser encontrado na natureza em forma de minério. É considerado uma fonte não renovável de energia pois a oferta deste elemento na natureza é limitada. Além disso, o uso deste tipo de energia é alvo de duras críticas em razão de algumas desvantagens, como por exemplo a geração de lixo altamente radioativo que precisa ser bem armazenado e o risco de

acidentes que podem ter consequências catastróficas para o meio ambiente e para a vida humana.

#### 2.4. ENERGIAS RENOVÁVEIS

Segundo Goldemberg e Lucon (2012, p. 68), uma fonte renovável de energia é assim considerada quando “as condições naturais permitem sua reposição em um curto horizonte de tempo”, habitualmente tratadas como fontes não esgotáveis. Como exemplo, podemos citar as energias solar, eólica, hídrica, da biomassa, dos oceanos e geotérmica.

A denominação “renovável” não pode ser confundida como sinônimo de “limpa” ou “sustentável”, pois é preciso levar em conta as perdas e impactos socioambientais. No entanto, não podemos nos deter na semântica da palavra “sustentável” pois é preciso definir o que é uma fonte renovável de energia e o que não é (GOLDEMBERG; LUCON, 2012, p. 69).

As energias renováveis podem ser uma boa alternativa para substituir os combustíveis convencionais, uma vez que a matéria-prima utilizada por elas é abundante na natureza e seu uso não contribui com a poluição ambiental na mesma ordem que o uso das fontes não renováveis. Isso se deve principalmente, pela não emissão ou emissão em menor quantidade de gases de efeito estufa.

No caso da energia eólica, hídrica e solar, por exemplo, não há emissão de gases poluentes durante o uso para geração de eletricidade, exceto aqueles envolvidos no processo de construção e operação deste tipo de energia. No entanto, apesar de não contribuírem para a emissão de gases de efeito estufa, existem algumas adversidades que devem ser consideradas, como por exemplo problemas ecológicos relacionados a cada tipo de captação de energia.

Já na queima de biocombustíveis como etanol, biodiesel e biogás, há emissão de dióxido de carbono. No entanto, é preciso considerar que, na formação da biomassa através do processo de fotossíntese, o dióxido de carbono é retirado da atmosfera. Assim, a substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis é altamente benéfica para o meio ambiente.

Assim, as fontes renováveis de energia podem ser consideradas com a melhor opção frente ao problema do esgotamento dos combustíveis fósseis e no combate à poluição e ao aquecimento global. Podem possibilitar ainda a autonomia energética do país, na medida em que reduzem a dependência da importação de combustíveis.

#### 2.5. ENERGIA SOLAR

A maior fonte de energia renovável disponível é o Sol. A energia eólica, por exemplo, é

resultado do movimento das massas de ar que existem graças ao aquecimento da superfície do planeta causado pela energia solar. Apesar disso, pela denominação ‘energia solar’ entende-se a transformação direta da luz do Sol em eletricidade ou calor.

Nos últimos anos, este tipo de energia vem ganhando destaque quando se fala em fontes alternativas, principalmente para a produção de energia elétrica. Contudo, esse tipo de aproveitamento da energia solar não é uma novidade: há 178 anos, mais precisamente em 1839, Edmond Becquerel “verificou que placas metálicas, de platina ou prata, mergulhadas num eletrólito, produziam uma pequena diferença de potencial quando expostas à luz” (VALLÊRA; BRITO, 2006). Esse fenômeno ficou conhecido como efeito fotovoltaico.

Algumas vantagens em relação ao uso da energia solar podem ser identificadas, como por exemplo, o fato de não se esgotar, não emitir gases poluentes para o meio ambiente durante seu aproveitamento, ser economicamente viável a longo prazo e excelente para ser captada em lugares remotos.

## 2.6. CORRENTE ELÉTRICA

A corrente elétrica é assim denominada por descrever o movimento ordenado de cargas elétricas no interior de um condutor quando existe uma diferença de potencial entre dois pontos ou extremidades desse condutor. Os metais, em geral, são materiais que permitem a passagem de corrente elétrica com facilidade.

O sentido real do movimento das cargas é dado pelo sentido do deslocamento dos elétrons, que vão do potencial menor (pólo negativo) para o maior (pólo positivo). No entanto, para o estudo da corrente elétrica, utiliza-se o sentido convencional, em que as cargas positivas se deslocam do potencial maior para o menor (Fig. 02).

Figura 2 - Ilustração de um circuito elétrico simples.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Existem dois tipos de corrente elétrica: contínua (CC) e alternada (CA). Na corrente contínua, o deslocamento das cargas possui sentido e intensidade constantes ao longo do tempo. Esse tipo de corrente, geralmente, é oferecido por pilhas e baterias.

Na corrente alternada, a intensidade e o sentido das cargas variam periodicamente no tempo. Fornecida pelas usinas hidrelétricas, por exemplo, é utilizada em residências com frequência de 60 ciclos por segundo.

Na passagem de corrente elétrica por alguns tipos de condutores, podem ser produzidos certos efeitos: efeito térmico - quando o condutor é aquecido durante a passagem de corrente elétrica, ex: chuveiros, secadores de cabelo, torradeiras; efeito luminoso - quando a passagem de corrente elétrica por um gás rarefeito gera emissão de luz, ex: lâmpadas fluorescentes; efeito magnético - a passagem de corrente elétrica gera um campo magnético, ex: motores, transformadores, etc; efeito químico - na passagem de corrente elétrica, uma solução eletrolítica sofre decomposição, ex: revestimentos de metais (niquelação, cromagem, etc).

## 2.7. CÉLULA FOTOVOLTAICA

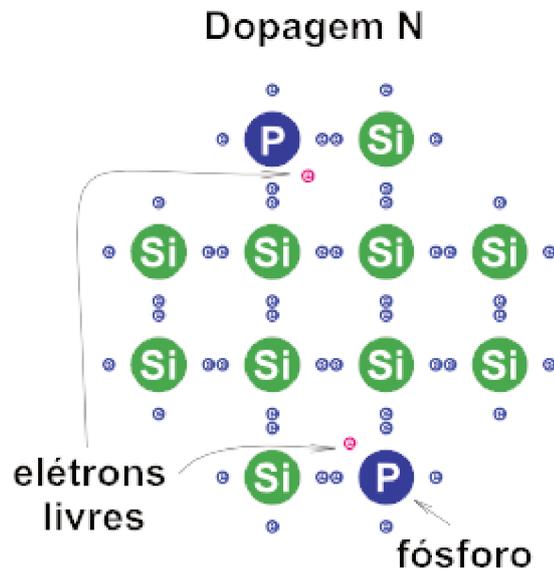
Célula fotovoltaica ou célula solar é um dispositivo que se utiliza do efeito fotovoltaico para transformar energia radiante do Sol em energia elétrica. O termo fotovoltaico se refere à junção de duas palavras: foto, que do grego significa luz e voltaico, de Volt (unidade de medida do potencial elétrico). Esse efeito (fotovoltaico) foi observado em 1839 por Edmond Becquerel, mas somente em 1954 foi criada a primeira célula solar moderna que, segundo Vallêra e Brito (2006), tinha dois centímetros quadrados de área e uma eficiência de 6%, gerando 5 mW de potência elétrica.

Uma célula fotovoltaica é fabricada com materiais semicondutores, geralmente silício, que é o segundo elemento mais abundante na natureza. Os semicondutores são materiais que caracterizam-se por apresentarem uma resistividade elétrica intermediária entre os condutores e isolantes, podendo apresentar características de ambos. Graças a isso, esses materiais podem ser combinados com outros, através do processo de dopagem, cuja principal finalidade é alterar algumas propriedades elétricas do semicondutor, principalmente a resistividade em relação ao fluxo de elétrons, através da formação de pares elétron livre-lacuna.

No caso do silício, que é formado por átomos tetravalentes (com quatro elétrons na camada de valência), para se obter o aparecimento de elétrons livres, o processo de dopagem é feito com a inserção de elementos como o fósforo ou arsênio que são átomos pentavalentes (Fig. 03), por exemplo e o material passa a ser chamado de semicondutor do tipo N (N de negativo, por apresentar

maior número de carga negativa).

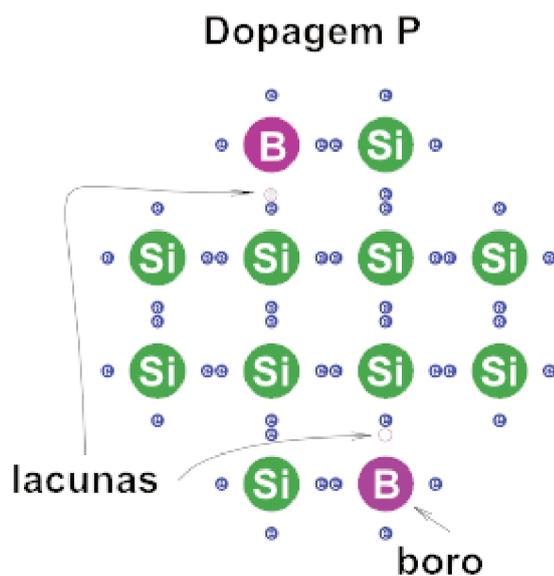
Figura 3 - Semicondutor do tipo N.



Fonte: Eletronpi, [20--].

Por outro lado, para formar lacunas livres ao invés de elétrons livres, o silício é dopado com Boro ou Índio que são átomos trivalentes (Fig. 04) e o material passa a denominar-se semicondutor do tipo P (P de positivo, referindo-se ao excesso de cargas positivas do átomo).

Figura 4 - Semicondutor do tipo P.



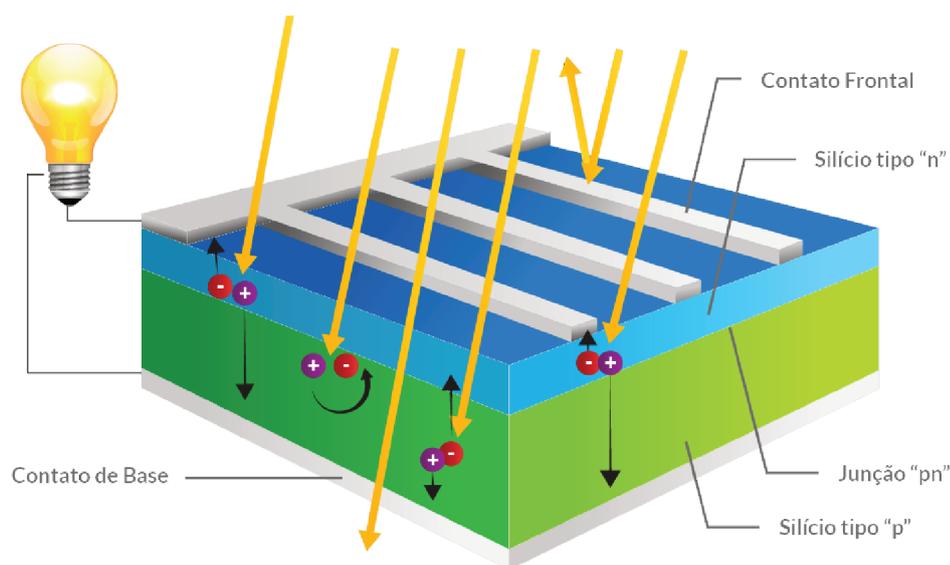
Fonte: Eletronpi, [20--].

Pela figura 05 pode-se perceber que a célula solar apresenta uma camada de material tipo N e outra de material tipo P que, ao serem unidas, na junção “PN”, os elétrons e as lacunas difundem-se na região central, sendo que a tendência é o preenchimento das lacunas pelos elétrons.

Quando esses elétrons e buracos se encontram, eles recombina-se, deixando na interface, uma região com os íons positivos e negativos, criando um campo elétrico, nessa região. Quando a radiação solar incide na placa, os fótons são absorvidos pelos elétrons livres do material, que recebem energia e passam a se deslocar no interior do material, gerando corrente elétrica contínua quando, por meios externos, a camada N e a camada P, são conectadas e o circuito é fechado.

Durante a exposição da célula à luz solar, o fluxo de elétrons será constante e a intensidade da corrente gerada varia na mesma proporção da intensidade da luz incidente (efeito fotovoltaico). Logo, pode-se afirmar que as condições climáticas determinam a quantidade de energia gerada. Vale ressaltar que a célula fotovoltaica não armazena energia elétrica (NASCIMENTO, 2004).

Figura 5 - Estrutura de uma célula solar.

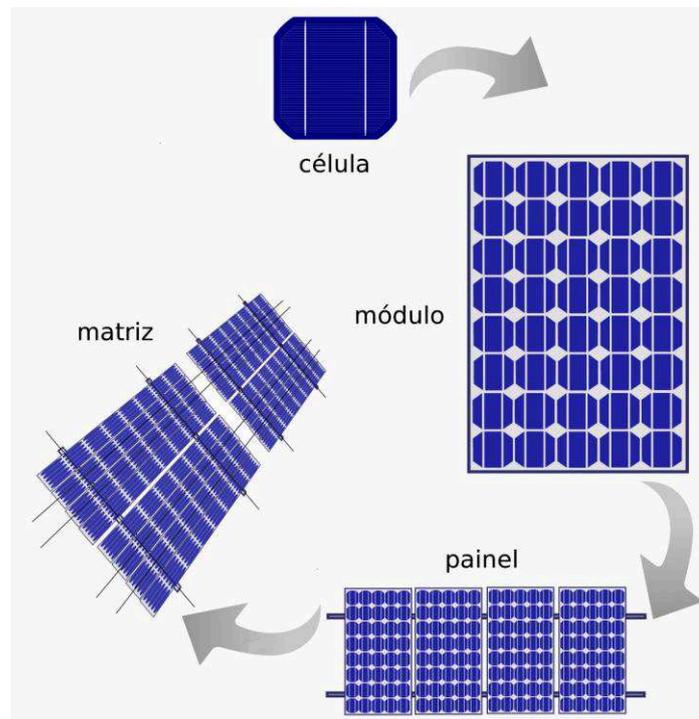


Fonte: Souza (2017).

Os módulos e painéis solares são compostos por várias células fotovoltaicas (figura 06) e podem ser utilizados nas mais diversas aplicações. Nas residências, sistemas fotovoltaicos de abastecimento de energia elétrica podem ser capazes de substituir a energia vendida por concessionárias. Como os aparelhos elétricos residenciais funcionam com corrente alternada, é necessário um equipamento chamado inversor para transformar a corrente contínua gerada em

corrente alternada.

Figura 6 - Hierarquia fotovoltaica.

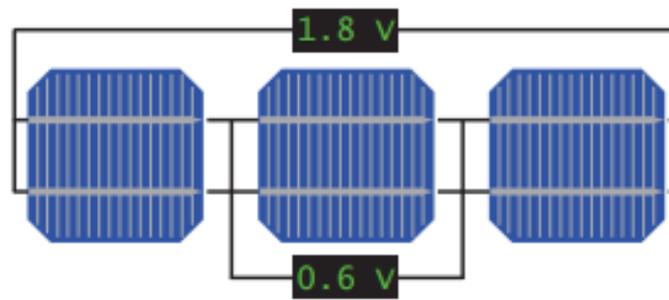


Fonte: Rfassbind, [20--].

A eletricidade gerada pelos painéis solares pode ser armazenada em baterias ou ser utilizada instantaneamente. Dependendo da quantidade de energia gerada, se houver excedente, este pode ser devolvido à rede elétrica integrada e o usuário fica com crédito na concessionária.

Para obter um melhor desempenho e conforme a necessidade, as células fotovoltaicas podem ser associadas em um painel solar através de duas configurações: série e paralelo. A associação em série se caracteriza por oferecer somente um caminho para a passagem de corrente elétrica, as células são ajustadas de forma a ficar uma na sequência da outra (Fig. 07) e por isso, a corrente elétrica é a mesma em todos os pontos do circuito. Já a tensão total é igual a soma das tensões em cada célula.

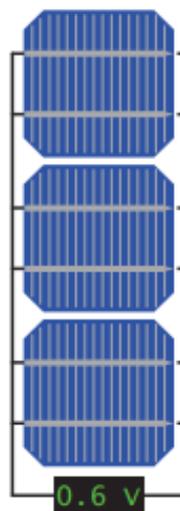
Figura 7 - Associação de células solares em série.



Fonte: JÄGER et al, 2014, p. 253.

Na associação em paralelo, as células são configuradas uma ao lado da outra (Fig. 08), de modo que estas fiquem submetidas à mesma diferença de potencial, já a corrente elétrica total é dada pela soma das correntes em cada ponto.

Figura 8 - Associação de células solares em paralelo.



Fonte: JÄGER et al, 2014, p. 253.

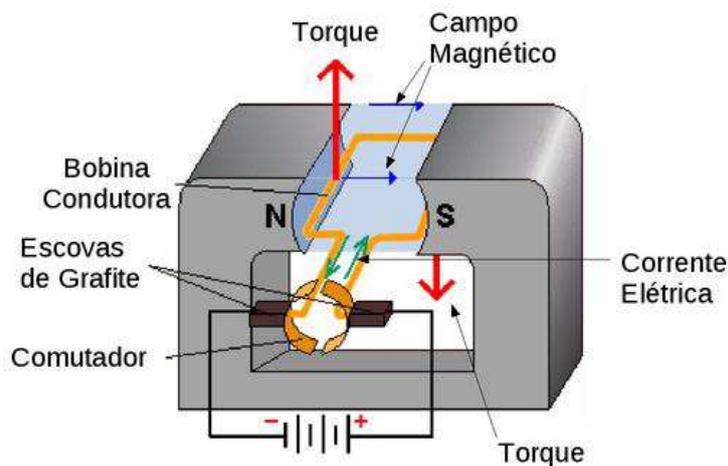
## 2.8. MOTOR

Um motor é um dispositivo capaz de transformar em energia mecânica outras formas de energia. Dizemos que um motor é elétrico quando a eletricidade é transformada em energia mecânica ao produzir movimento para uma máquina, por exemplo.

O funcionamento de um motor elétrico é regido por princípios do eletromagnetismo que nos diz que, quando uma corrente elétrica atravessa um condutor situado num campo magnético, este sofre a ação de uma força mecânica denominada torque. Na Figura 09 pode-se perceber a ilustração

de uma corrente elétrica (indicada por flechas verdes) percorrendo um condutor situado em um campo magnético, sendo que o condutor sofre ação da força torque.

Figura 9 - Esquema de funcionamento de um motor elétrico.



Fonte: K.... ([20--]).

Torque pode ser definido como a ação de girar ou torcer de uma força, a qual faz rotacionar um corpo em torno de um eixo. O termo vem do latim e significa “torcer” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

Quando um motor transforma energia elétrica em energia mecânica, este produz um torque que faz girar um eixo, o qual pode ser utilizado para produzir movimento. No caso de um veículo, por exemplo, o torque descreve a rapidez com que este vai acelerar, definindo também sua capacidade de puxar determinada carga.

## 2.9. O ENSINO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NAS ESCOLAS

Os documentos que norteiam a educação básica apontam para a necessidade da discussão de temas ambientais, sendo

indispensável aprofundar a questão da “produção” e utilização de diferentes formas de energia em nossa sociedade, adquirindo as competências necessárias para a análise dos problemas relacionados aos recursos e fontes de energia no mundo contemporâneo, desde o consumo doméstico ao quadro de produção e utilização nacional, avaliando necessidades e impactos ambientais (BRASIL, 2006, p. 70).

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) são previstos alguns temas especiais a serem trabalhados na escola de forma unificada, são eles: economia, educação financeira e sustentabilidade, culturas indígenas e africanas, culturas digitais e computação, direitos humanos e

cidadania, e por fim educação ambiental, que visa

[...] articular direitos e objetivos de aprendizagem em torno das questões socioambientais, de tal forma que os currículos escolares sejam capazes de debater a continuidade da vida de todas as espécies, inclusive a humana, no planeta terra. Isto exige repensar a desigualdade na distribuição de bens materiais e culturais, bem como a sua produção não sustentável pelo uso predatório dos recursos naturais e pelo consumo desenfreado (BRASIL, 2016, p. 51).

No sentido de contribuir para uma relação saudável entre o ser humano e o meio ambiente, a escola pode e deve investir em práticas pedagógicas que assumam a responsabilidade de educar para a sustentabilidade. Com isso, o ensino de energias renováveis assume um papel central ao chamar atenção para os métodos de obtenção da mesma e também o crescimento rápido do consumo, apontando para os problemas ambientais e as consequências relacionadas ao uso de fontes não renováveis de energia.

O ensino de formas sustentáveis de obtenção de energia é de suma importância pois,

Ao longo da história, o homem transformou-se pela modificação do meio ambiente, criou cultura, estabeleceu relações econômicas, modos de comunicação com a natureza e com os outros. Mas é preciso refletir sobre como devem ser essas relações socioeconômicas e ambientais, para se tomar decisões adequadas a cada passo, na direção das metas desejadas por todos: o crescimento cultural, a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental (BRASIL, 1997, p. 27).

Frente à importância da abordagem da educação ambiental e as responsabilidades formativas que competem à escola, é preciso repensar o ensino de forma a contemplar os conteúdos científicos e os temas especiais, assim classificados pela BNCC, abordando de forma unificada os conteúdos científicos e temas especiais. Para isso, existem algumas estratégias e ferramentas pedagógicas que contribuem para a aprendizagem, uma delas é a contextualização, um “recurso para tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos espontaneamente” (Brasil, 1999, p.94).

A educação ambiental, mais especificamente as formas de produção e consumo de energia, pode ser contextualizada de várias maneiras, podendo-se apresentar aos estudantes a importância da energia para a sociedade moderna, abordando por exemplo quais os aparelhos usados no dia a dia que se utilizam do princípio da transformação da energia, como nos aparelhos celulares, televisores, eletrodomésticos, veículos, processos industriais, etc. Falar sobre consumo de energia, suas fontes e impactos ambientais é imprescindível, uma vez que sua utilização está por toda a parte.

No Brasil, apesar do assunto Energias Renováveis não ser trabalhado em uma disciplina específica e, sendo responsabilidade das diferentes áreas do conhecimento (Física, Química, Biologia, Sociologia, etc), ele pode ser abordado de maneiras diferenciadas. Um exemplo é o projeto GeraSol desenvolvido por estudantes da UNESP Câmpus Bauru (SP), para abordarem o

assunto energia solar para crianças e adolescentes. Este projeto, que foi inspiração para este trabalho, aborda as energias renováveis como forma alternativa de geração de energia elétrica. Além disso, discute a problemática ambiental no cenário energético atual e apresenta a tecnologia de aproveitamento da energia solar fotovoltaica como uma forma interessante e renovável de utilização de energia. Isso foi feito através de visitas em escolas de ensino fundamental e médio com palestras e desenvolvimento de atividades lúdicas com brinquedos movidos à energia solar (SILVA; ALVES, 2015).

## 2.10. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Uma estratégia ao Ensino de Física para se trabalhar com o assunto Energias Renováveis na educação básica é utilizar de um planejamento bem elaborado, por exemplo, a partir da utilização de projetos de Iniciação Tecnológica construídos com base em uma sequência didática que “é um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais” (LINO DE ARAÚJO, 2013, p. 323), sendo que as atividades devem ser interligadas e, em cada etapa auxiliar na construção do conhecimento a respeito do assunto tratado.

Uma sequência didática pode ser melhor entendida como

[...] composta de várias atividades, as quais consideramos como o encadeamento de indagações, atitudes, procedimentos e ações que o aluno irá realizar sob mediação do professor. As atividades que compõem uma sequência didática seguem um aprofundamento crescente do tema discutido e proporciona ao aluno trabalhar tema utilizando várias estratégias, tais como: experimentos, pesquisas, trabalhos de campo, etc. Desta forma, o aluno discutirá um determinado tema de ciências durante algumas semanas, no sentido de aprofundá-lo e se apropriar dos conceitos envolvidos. Por outro lado o professor pode acompanhar a aprendizagem dos alunos em relação ao tema, favorecendo que todos cheguem a uma aprendizagem significativa, mas cada um ao seu tempo (KOBASHIGAWA et al., 2008, p. 3).

Deste modo, uma das atividades a serem realizadas durante uma sequência didática no ensino de Física pode ser a experimentação, uma vez que é “indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis” (BRASIL, 2006, p. 84).

As práticas que valorizam a experimentação, trabalho em grupo e a competitividade saudável devem ser consideradas nas atividades de Iniciação Tecnológica, já que podem contribuir para a aprendizagem, preservando a vontade de aprender e compreender que todos podem ser vitoriosos (LEMES; JÚNIOR, 2010, p. 357).

### 3. METODOLOGIA

Este trabalho se baseia na construção e aplicação de uma sequência didática que visa oferecer uma maneira alternativa para trabalhar o assunto Energias Renováveis na educação básica. Para isto, buscou-se abordar o tema através de discussões e realização de atividades práticas, promovendo a aprendizagem do conteúdo e a conscientização dos estudantes para o consumo de energia de maneira sustentável.

Para que os objetivos fossem alcançados, a sequência didática foi aplicada para um grupo de estudantes do Colégio Estadual José de Anchieta - EFM (Planalto - PR) durante 12 horas (3 encontros), sendo que o trabalho procurou: 1. Construir a sequência didática sobre Energias Renováveis. 2. Propor atividades práticas relacionadas ao tema. 3. Avaliar o desempenho dos estudantes. 4. Disponibilizar o material para professores a fim de contribuir com a abordagem das energias renováveis no ensino de Física.

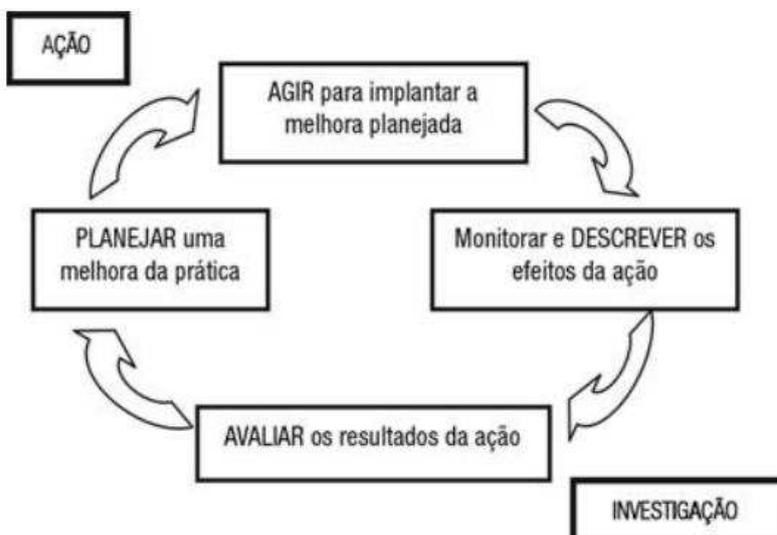
Desta forma, este trabalho se classifica como uma pesquisa qualitativa que

Segundo esta perspectiva, um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. Para tanto, o pesquisador vai a campo buscando “captar” o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes. Vários tipos de dados são coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno (GODOY, 1995, p. 21).

No contexto da pesquisa qualitativa tem-se a pesquisa-ação, que é uma ferramenta metodológica que permite “associar ao processo de investigação a possibilidade de aprendizagem, pelo envolvimento criativo e consciente tanto do pesquisador como dos demais integrantes” (KOERICH et al, 2009).

Segundo Tripp (2005, p. 445), na área da educação, este tipo de pesquisa representa uma estratégia para professores e pesquisadores de modo que possam utilizar seus estudos para aperfeiçoar o ensino e conseqüentemente, possibilitar o aprendizado de seus alunos. Ainda, pode ser entendida em alguns passos, destacados na Figura 10, que vão desde o planejamento dentro do contexto até a avaliação dos resultados da intervenção.

Figura 10 - Esquema básico das etapas da pesquisa-ação.



Fonte: TRIPP, 2005, p. 446.

Para o entendimento da metodologia utilizada, a seguir serão apresentadas, em tópicos individuais, cada etapa desenvolvida nesta pesquisa-ação.

### 3.1. PLANEJAMENTO

Neste trabalho, durante a fase de planejamento, investigou-se como o tema Energias Renováveis vinha sendo abordado na disciplina de Física em nível básico de educação, onde decidiu-se por elaborar uma sequência didática e aplicá-la em forma de oficina a estudantes de uma escola pública.

A sequência didática foi planejada para ser trabalhada em três encontros com realização de pré e pós teste, discussão teórica e atividades práticas relacionadas ao tema, sendo posteriormente disponibilizada a professores de Física interessados em trabalhar este assunto em suas aulas.

Cabe destacar que o teste que seria aplicado aos estudantes no início e ao final da oficina a fim de verificar o conhecimento prévio dos mesmos a respeito das energias renováveis e posterior evolução conceitual, foi respondido por cerca de 10 acadêmicos do curso de Física da UFFS que cursaram o componente curricular optativo “Energias Renováveis”. Os acadêmicos puderam analisar se as questões eram apresentadas em linguagem adequada ao público de ensino fundamental e médio, se correspondiam integralmente ao tema proposto e se era possível investigar o conhecimento dos estudantes através do questionário.

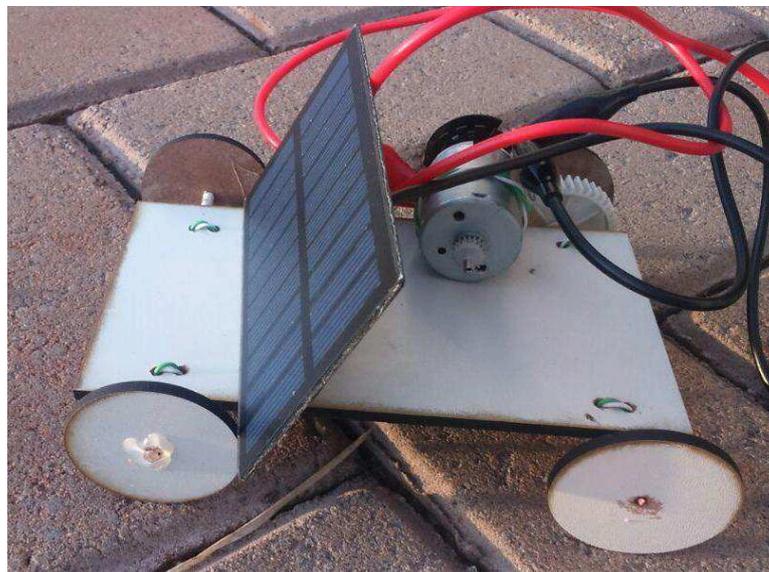
Para a realização de atividades práticas, procurou-se envolver os estudantes de modo que

estes compreendessem a importância do uso de fontes alternativas de energia. Para isso, optou-se por construir um carrinho elétrico movido a energia solar e construído com materiais de baixo custo. Fez-se então um levantamento de modelos de protótipos que poderiam ser construídos e, em seguida, uma busca pelos materiais que seriam utilizados.

Assim que todos os materiais foram adquiridos, iniciou-se a fase de construção de protótipos no Laboratório de Confeção de Materiais Didáticos da UFFS. Para isso, foram utilizados basicamente uma placa solar - que capta a energia do Sol e a transformava em energia elétrica - conectada a um motor elétrico - o qual converte a energia elétrica em energia mecânica. Esse esquema foi utilizado para que o movimento de rotação do eixo do motor fizesse girar o eixo do carrinho, transferindo o movimento às rodas e fazendo o carrinho andar.

O primeiro modelo (Fig. 11) foi construído com base e rodas de madeira, engrenagens, uma célula solar de 5 V e um motor de corrente contínua, sendo que o carrinho ficou pesado, comprometendo seu funcionamento, uma vez que a célula não convertia energia suficiente para propulsionar o veículo que media cerca de 150 g.

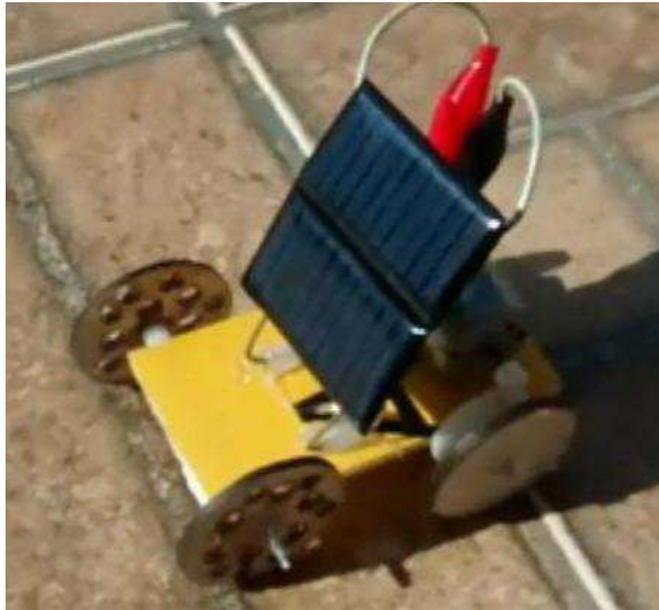
Figura 11 - Protótipo de carrinho solar.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Posteriormente criou-se um segundo modelo, feito com base de plástico PVC, rodas de madeira, duas placas solares de associadas em série, um motor (CC) e engrenagens (Fig. 12), o que melhorou significativamente o desempenho do carrinho, diminuindo seu tamanho e massa (ficando com cerca de 110 g).

Figura 12 - Protótipo de carrinho solar.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, um último protótipo foi desenvolvido (Fig. 13) com base de papel (caixa de sapato) e rodas feitas com tampa de garrafa PET, além de um motor (CC), engrenagens e duas placas solares associadas em série. Este último modelo foi o que teve melhor desempenho de funcionamento, com massa aproximada de 94 g.

Figura 13 - Protótipo de carrinho solar.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os protótipos construídos e testados visavam obter o melhor desempenho para o carrinho solar e servir de modelo aos estudantes participantes da oficina didática, que construiriam posteriormente o seu próprio modelo.

Ainda na etapa de planejamento, definiu-se o público alvo que seria atendido e a instituição em que a oficina seria realizada, sendo que a escolha se deu, entre outros critérios como o interesse da escola por projetos tecnológicos, a partir de uma análise do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) da escola e do município correspondente.

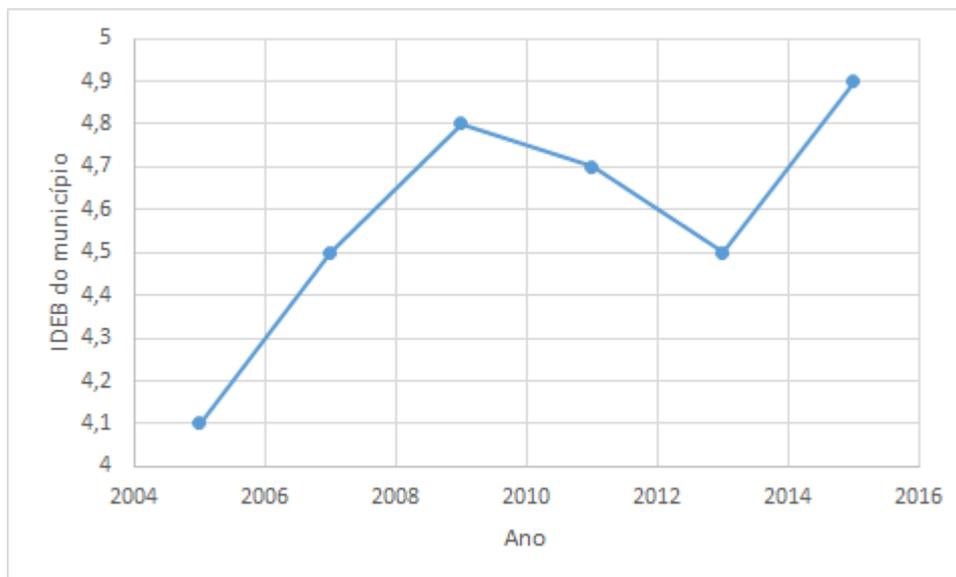
### **3.1.1. Sobre a instituição escolar**

O Colégio Estadual José de Anchieta está situado no município de Planalto, região sudoeste do Estado do Paraná. Esta instituição atende cerca de 580 alunos nas modalidades de ensino fundamental e médio, sendo um dos dois colégios públicos de nível médio que dispõe o município.

Para melhor compreensão dos dados que serão apresentados nas próximas seções, é interessante analisar o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) da escola e do município correspondente, sendo que este índice é calculado a cada dois anos através do fluxo escolar - obtido no Censo Escolar - e das médias de desempenho nas avaliações - Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) para as unidades da federação e para o país, e a Prova Brasil para os municípios. Essas avaliações são realizadas pelos estudantes concluintes das modalidades de ensino fundamental (5º e 9º ano) e médio (3ª série). O valor do IDEB varia de zero a dez, servindo como um indicador para políticas públicas em prol da qualidade da educação no Brasil e espera-se que até 2022 a média do país seja 6,0, indicando qualidade relativa à de países desenvolvidos (IDEB, 2015).

Na Figura 14 está representada a série histórica do IDEB do município de Planalto - PR para as séries finais do ensino fundamental, onde é possível analisar do ano de 2005 a 2015. Vale ressaltar que em 2015, apesar de ter crescido em relação a outros anos, o índice do município era de 4,9, número este menor que o índice de cidades vizinhas como Realeza (IDEB 5,7 em 2015) e Capanema (IDEB 5,0 em 2015) (INEP, 2016).

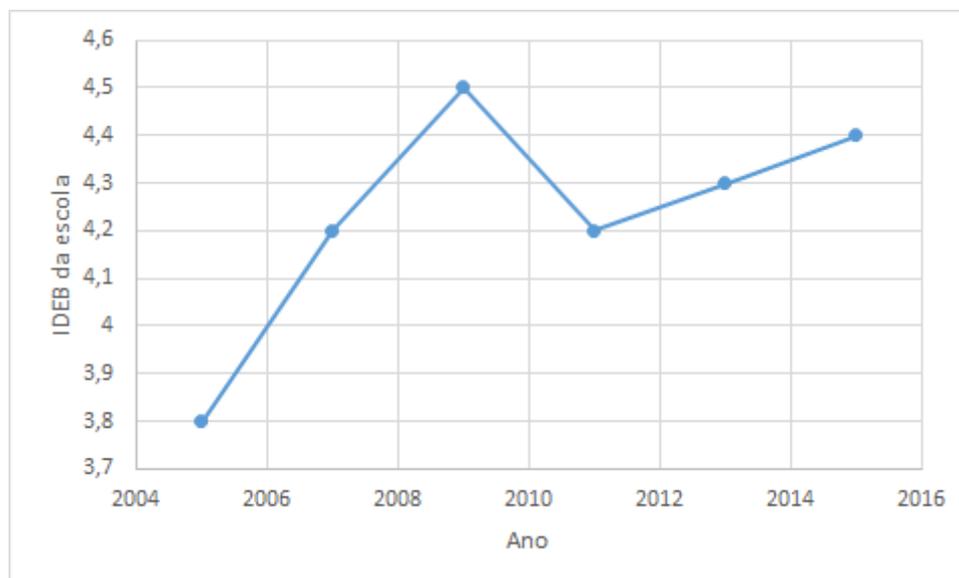
Figura 14 - Histórico do IDEB do município de Planalto - PR.



Fonte: Site do INEP, 2016.

É possível ainda, analisar o IDEB individual da escola, para os anos finais do ensino fundamental, através do gráfico abaixo (Fig. 15).

Figura 15 - IDEB do Colégio Estadual José de Anchieta - EFM (Planalto - PR).



Fonte: Site do INEP, 2016.

Pode-se perceber, através da Figura 15, que a partir de 2009 o IDEB desta escola decaiu sendo que até o ano de 2015 as metas previstas não foram alcançadas (Fig. 16).

Figura 16- Metas e valores do IDEB Colégio Estadual José de Anchieta.

Ideb		
Ano	Meta	Valor
2005		3,8
2007	3,9	4,2
2009	4,0	4,5
2011	4,3	4,2
2013	4,7	4,3
2015	5,0	4,4

■ Acima ou igual à meta  
■ Abaixo da meta

Fonte: INEP, 2017.

Apesar dos dados apresentados não serem atualizados, uma vez que o balanço do ano de 2017 não foi divulgado, buscou-se contribuir para a melhorar o IDEB e conseqüentemente, para uma educação de qualidade, uma vez que envolve os estudantes diretamente com o conhecimento científico, possibilitando o desenvolvimento de fatores que influenciam na aprendizagem como atenção e motivação, bem como aprimorar habilidades de interação com os colegas, trabalho em grupo entre outros.

Vale ressaltar que a utilização de projetos de Iniciação Tecnológica, planejados a partir de seqüências didáticas que em suas atividades utilizem da prática e da experimentação em sala de aula, podem contribuir para uma aprendizagem significativa, possibilitando que o aluno compreenda conceitos físicos a partir de sua utilização na prática, como neste caso, os conceitos de corrente elétrica, transformação de energia, torque, atrito, etc.

A próxima etapa desta pesquisa-ação, que é a execução do planejamento está detalhada a seguir.

### 3.2. AÇÃO E DESCRIÇÃO

Na fase de execução do planejamento (ação), a seqüência didática foi aplicada para estudantes do Colégio Estadual José de Anchieta - E.F.M (Planalto - PR) em forma de oficina,

durante 12 horas/aula, divididas em três encontros (dias 27 e 28 de setembro e 05 de outubro de 2017), que serão explicados a seguir.

Para participar da oficina, os estudantes do ensino médio e do último ano do ensino fundamental do período matutino e noturno foram convidados com antecedência de uma semana a inscreverem-se em uma das 20 vagas disponíveis para colaborar com a pesquisa.

Durante o convite, explicou-se aos alunos que a oficina estava sendo realizada através de um projeto de extensão da Universidade Federal da Fronteira Sul em parceria com a escola. Apresentou-se o tema da pesquisa (oficina), o cronograma planejado e a atividade de construção dos carrinhos solares que seria realizada no último encontro. O período de inscrições durou 3 dias, sendo que 21 estudantes se inscreveram, no entanto somente 18 participaram das atividades.

### **3.2.1. Primeiro encontro**

No primeiro encontro da oficina, participaram 18 estudantes do ensino fundamental e médio, os quais responderam a um pré-teste (Apêndice C) com 20 questões objetivas sobre fontes de energia, que visava a sondagem dos conhecimentos prévios dos mesmos a respeito do assunto. Tal teste apresentava, para cada questão, as seguintes alternativas: “verdadeiro”, “falso” e “não sei”.

Conforme o planejamento estabelecido, após a realização do pré teste por todos os participantes da oficina, iniciou-se a discussão acerca do tema proposto - energias renováveis. Para isto, utilizou-se de apresentação de slides com imagens e alguns vídeos relacionados ao assunto, contemplando os seguintes tópicos:

- Conceito e utilização da energia;
- Tipos de energia;
- Fontes de energia;
- Energias não-renováveis e problemas ambientais relacionados ao seu uso;
- Energias renováveis (com foco na energia solar) e sua utilização do Brasil.

Primeiramente os estudantes foram questionados sobre “*o que é energia?*”, a maioria não soube definir como a capacidade de realizar trabalho, mas citou exemplos de tipos de energia: elétrica, nuclear, térmica, etc. A discussão foi iniciada justamente pelo conceito intuitivo de energia, ou seja, sabemos o que é sem que ninguém nos diga. Então, apresentou-se exemplos comuns do dia a dia em que precisamos da energia em suas diferentes formas: para cozer alimentos, assistir televisão, andar (de carro ou a pé), carregar a bateria de um celular, etc. Enfatizou-se ainda que tudo o que existe no universo é, de alguma forma, graças à energia, sendo que ela está presente nas

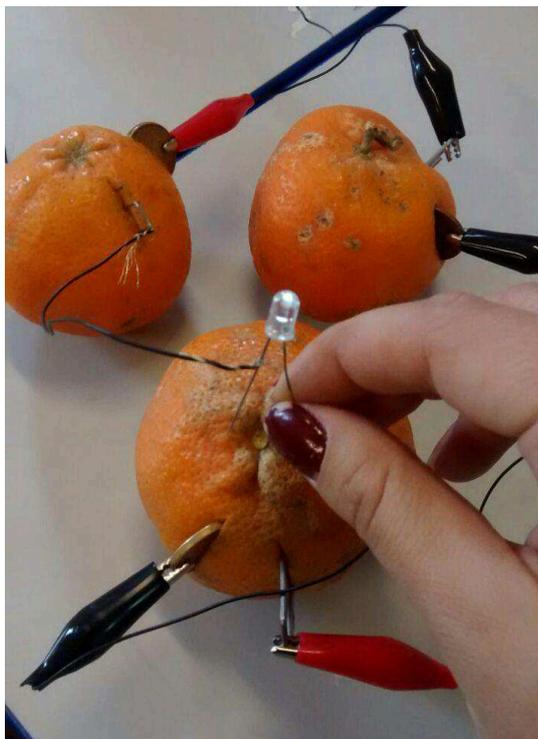
estrelas, nos planetas, no nosso corpo, em uma planta e assim por diante.

Depois de entendida a importância da energia tanto para a sobrevivência da vida humana como para o nosso conforto, definiu-se, fisicamente, que a energia é a capacidade de um corpo em realizar trabalho, sendo que qualquer ação que cause movimento, transmissão de ondas, variação de temperatura, etc. depende da energia para acontecer, sendo que a energia nunca pode ser criada e nem destruída, somente transformada de um tipo em outro.

Sabendo que a energia pode manifestar-se de diversas formas, foram abordados alguns dos tipos mais conhecidos: energia térmica, mecânica, química e elétrica, sendo que atribuiu-se maior atenção para esta última, uma vez que é uma das formas mais versáteis e úteis para a vida humana. Os estudantes puderam assistir a um vídeo denominado “*De Onde Vem a Energia Elétrica?*”, que mostra a produção de energia elétrica a partir da transformação da energia de movimento da água pelas hidrelétricas e como esta energia chega até às nossas casas.

Durante a oficina, comentou-se com os alunos que a energia elétrica pode ser obtida de várias maneiras, e a partir disso, realizou-se uma atividade denominada “pilha de limão” (Fig. 14). Em grupos, os alunos receberam materiais para construir um sistema que acendesse uma lâmpada de LED através do potencial químico de limões. Todos os grupos obtiveram sucesso e alcançaram o objetivo proposto, que era acender o LED.

Figura 17 - Pilha de limão construída pelos alunos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Posteriormente, classificou-se as fontes de energia entre renováveis e não renováveis, sendo que esta última recebe este nome por representar uma fonte esgotável de energia, representada pelos combustíveis fósseis e a energia nuclear.

Apresentou-se os combustíveis fósseis como sendo fontes de energia utilizadas a partir de sua combustão e por terem sido originados pelo processo de fossilização do material orgânico ao longo de milhões de anos. Alguns estudantes de nono ano não sabiam o que eram combustíveis fósseis, por desconhecerem o termo. Destacou-se então os principais tipos: petróleo, gás natural e carvão mineral. Os alunos assistiram a um vídeo denominado “*Akatu Mírim - De onde vem para onde vai? O Petróleo*”, que aborda a origem do petróleo, primeiras explorações, sua utilidade e problemas relacionados ao seu uso e ao final dá dicas de como utilizar melhor este recurso natural para que seu impacto ambiental seja o menor possível. Após assisti-lo, alguns alunos comentaram não saberem que o petróleo tinha tantas outras utilidades além da produção de combustíveis veiculares, sendo usado para fabricação de asfalto, plásticos, maquiagens, goma de mascar e muitas outras utilidades.

A energia nuclear, extraída a partir do urânio, também foi apresentada, mas de maneira bem simples, pois nem todos os participantes tinham iniciado seus estudos em Física e Química e não

sabiam o que são átomos. Destacou-se que, apesar de não liberar gases poluentes como os combustíveis fósseis, existem outros problemas relacionados ao seu uso, como por exemplo o armazenamento do lixo radioativo, que é muito perigoso se entrar em contato com o meio ambiente e a vida humana.

Sobre as fontes não renováveis de energia, destacou-se sua utilização e os problemas ambientais relacionados ao seu uso, entre eles a poluição ambiental que contribui para o agravamento do aquecimento global.

Posteriormente, falando das fontes renováveis de energia, destacou-se que estas são assim classificadas por serem provenientes de recursos naturais que se renovam constantemente, como o sol, o vento, as marés, etc. Foram apresentados os tipos mais conhecidos: eólica, hidrelétrica, biomassa e solar, sendo que foi dado maior ênfase nesta última, tendo em vista a atividade planejada de construção de carrinhos solares.

Para a energia solar, foram discutidas as formas de aproveitamento, vantagens e desvantagens em relação ao seu uso e algumas curiosidades. Também foi assistido ao vídeo “*Uma lição sobre energia solar*”, que abordava o aproveitamento da energia solar, destacando a forma fotovoltaica para a geração de eletricidade através de células solares.

Foi discutida ainda a diferença entre fontes sustentáveis e renováveis de energia, destacando que o termo “energia limpa” muitas vezes é atribuído a fontes renováveis, no entanto estas podem gerar algum tipo de impacto ambiental, mesmo que mínimos. Apesar disso, apresentou-se que o uso de fontes renováveis de energia ainda é a melhor opção para a preservação ambiental e garantia da qualidade de vida de gerações futuras. A situação brasileira de aproveitamento destas fontes também foi abordada, sendo que o país apresenta vantagens em relação aos outros países devido a sua extensão territorial e condições edafoclimáticas.

### **3.2.2. Segundo encontro**

No segundo dia de oficina, realizou-se a atividade de construção de carrinhos elétricos movidos a energia solar, para o entendimento da transformação de energia e utilização das fontes renováveis a partir das discussões feitas no primeiro encontro. Os estudantes se organizaram em duplas e receberam o material necessário para construir protótipos e personalizá-los. No entanto, cada participante poderia construir e personalizar o seu carrinho.

Os estudantes receberam orientações para a confecção de cada carrinho, sendo que poderiam se basear em um modelo pronto (protótipo confeccionado durante a fase de planejamento) ou

usarem a criatividade a fim de obterem o melhor desempenho para competir em corridas com os colegas.

### **3.2.3. Terceiro encontro**

O terceiro dia de oficina estava previsto para a tarde de 29 de setembro de 2017. Contudo, neste dia houve chuva, o que impediu que fossem realizados os testes de funcionamento e a competição dos modelos, sendo a oficina transferida para o dia 05 de outubro de 2017. Neste encontro, participaram somente 15 alunos, que responderam ao pós-teste e, posteriormente, puderam avaliar o desempenho e realizar melhorias nos protótipos durante toda a tarde.

As questões respondidas no pré e pós-teste foram as mesmas e isso possibilitou uma fácil visualização da ocorrência ou não de aprendizado ou mudança conceitual de questões respondidas incorretamente na primeira verificação. Vale ressaltar que, ao longo da oficina, foram discutidas indiretamente todas as questões do teste durante a abordagem dos tópicos mencionados acima.

Durante a fase de execução do planejamento houve a participação direta do pesquisador que, para melhor compreensão do fenômeno - neste caso, o ensino de energias renováveis na educação básica -, envolveu-se na coleta dos vários tipos de dados para posterior análise. Os dados coletados foram analisados, sendo que os resultados obtidos serão discutidos no próximo capítulo.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os dados coletados na fase de execução do planejamento da pesquisa-ação sendo que estão organizados, em cada tópico, um conjunto de resultados, que somados, são o produto da sequência didática aplicada.

##### 4.1. SOBRE A PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES

Os participantes da oficina e estudantes do Colégio Estadual José de Anchieta eram de ensino fundamental (nono ano) e ensino médio com faixa etária entre 13 e 19 anos. Inscreveram-se para colaborar com esta pesquisa 21 estudantes, sendo que somente 15 tiveram 100% de frequência na oficina. Cabe destacar que a maioria do público era feminino, representando 66,66% dos 18 estudantes que participaram desde o primeiro encontro.

Durante o primeiro dia de oficina, todos os alunos realizaram o pré teste (Fig. 18) sabendo que seriam avaliados a fim de colaborarem com esta pesquisa. Ainda, foram discutidos conceitos relacionados às fontes de energia, sendo que os mesmos prestaram atenção, participando ativamente das discussões e atividades propostas.

Figura 18 - Parte dos participantes respondendo ao pré teste no primeiro encontro.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No segundo encontro, os participantes optaram por formarem duplas para a construção dos carrinhos. Todos receberam materiais e auxílio para a confecção dos protótipos. As meninas foram

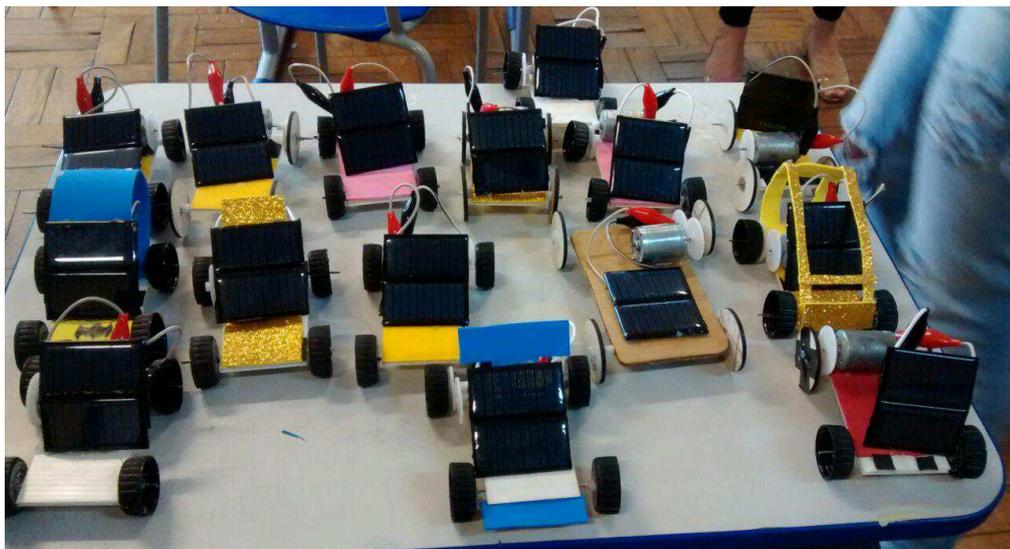
as que mais precisaram de ajuda, por relatarem a falta de habilidade de montar um carrinho mesmo que de brinquedo. No entanto, se saíram muito bem, todos conseguiram produzir o seu próprio carrinho e alguns empolgaram-se mais em personalizar seu modelo. Um fator que atrapalhou neste encontro foi o tempo nublado e a pouca incidência solar no local para que fossem realizados testes. Os modelos confeccionados foram os da Figura 19 e 20.

Figura 19 - Protótipos.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 20 - Protótipos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No terceiro encontro, participaram 15 estudantes, os quais responderam ao pós teste e posteriormente puderam experimentar seus carrinhos (Fig. 21) e fazer reparos visando o melhor desempenho.

Figura 21 - Participante realizando testes durante o terceiro encontro.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em geral, pode-se afirmar que a participação dos estudantes foi muito satisfatória, a maioria dos os alunos já possuíam alguma noção sobre o assunto geral da oficina e conheciam alguns dos impactos ambientais relacionados ao uso de algumas fontes energéticas em específico, como por exemplo os combustíveis fósseis. Alguns estudantes relataram ainda a satisfação em poder participar das atividades, uma vez que nunca tiveram a oportunidade de usar a criatividade para montar circuitos elétricos, construir carrinhos, mesmo que de brinquedo, e testar seu desempenho.

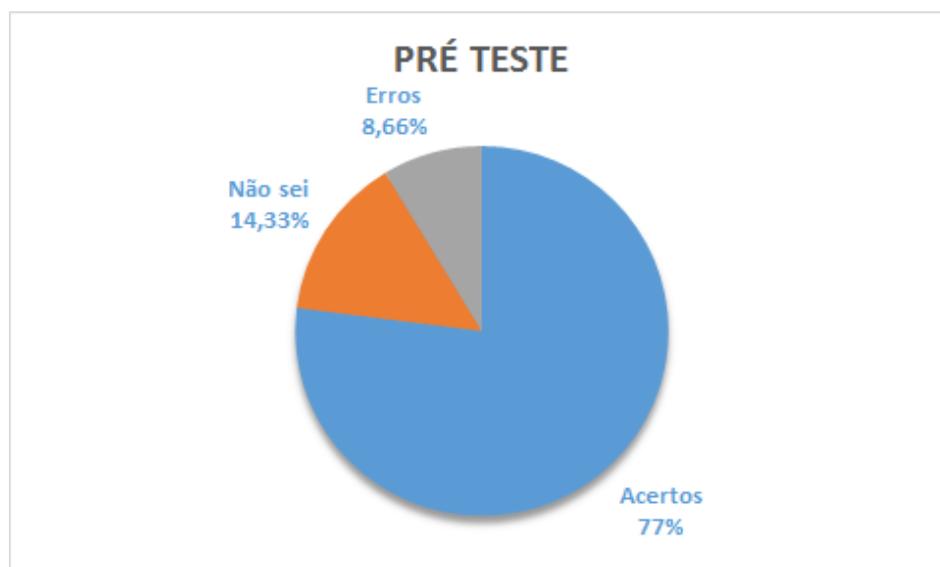
#### 4.2. SOBRE OS TESTES

A análise dos dados foi dividida em duas etapas. A primeira etapa consistiu em um Pré teste, onde os participantes da oficina, sujeitos da pesquisa, responderam a um questionário (Apêndice C) e expuseram seus conhecimentos prévios através de 20 questões objetivas sobre fontes de energia (renováveis e não renováveis). Esse questionário foi aplicado imediatamente antes dos alunos terem qualquer contato com o conteúdo que seria trabalhado.

A partir dos pré-testes, os resultados obtidos foram muito satisfatórios, sendo que os alunos já tinham noção a respeito do tema e, segundo eles, ouviam através de rádio, televisão, internet, a problemática a respeito do uso de combustíveis fósseis como uma das principais fontes de energia. Sabiam também da necessidade de se utilizar fontes alternativas e renováveis de energia.

Ainda no pré-teste, a maioria dos alunos respondeu a quase todas as questões de forma correta, o que pode ser visto na Figura 22.

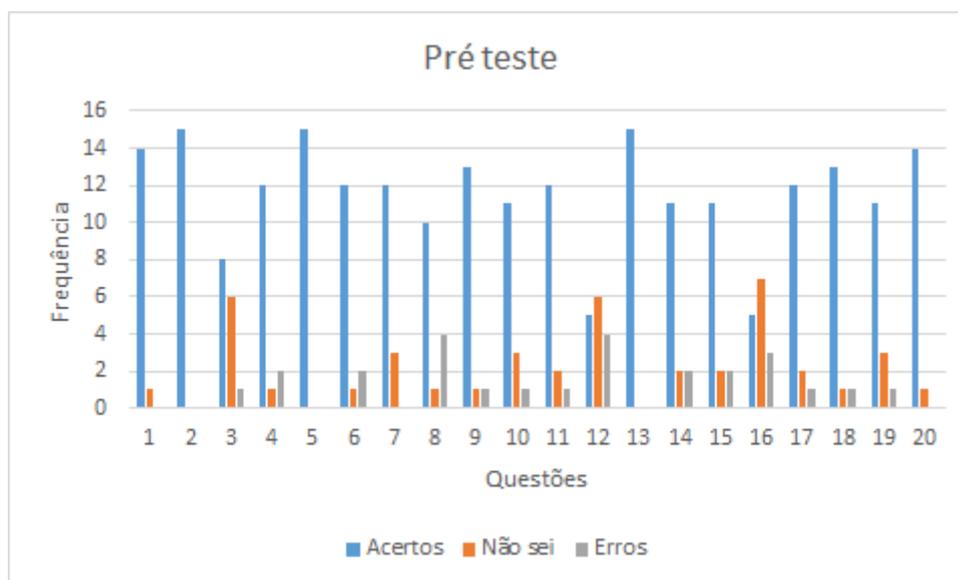
Figura 22 - Porcentagem dos resultados obtidos no pré teste.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 23 pode-se analisar as questões individualmente, sendo detalhados os resultados de cada questão respondida pelos alunos durante o pré teste.

Figura 23 - Questões respondidas no pré teste.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Vale ressaltar que, apesar de responderem ao pré teste 18 pessoas, para fins de comparação da evolução conceitual e verificação da ocorrência ou não de aprendizagem, foram considerados para análise somente os questionários respondidos em ambas as etapas (pré e pós teste) e por este motivo foram analisados somente 15 testes.

Vamos agora analisar cada uma das questões em detalhes, buscando compreender as quantidades de acertos, erros ou desconhecimento do assunto.

Questão 1: *“A energia renovável é proveniente de recursos naturais e possui a capacidade de se regenerar, por isso não se esgota. São exemplos, o sol e o vento”*. A resposta correta à esta questão era a alternativa “verdadeiro”, sendo que a mesma foi respondida corretamente por 14 pessoas, que apesar de não terem estudado este conteúdo formalmente na disciplina de Física, já tinham conhecimento de que o Sol e o vento são recursos naturais renováveis. Apenas uma pessoa respondeu não saber a respeito desta afirmativa.

Questão 2: *“Atualmente, a dependência do uso de aparelhos eletrônicos (computadores, celulares, tablets, etc) contribui para o aumento no consumo de energia”*. A porcentagem de acertos foi de 100%, sendo que a resposta correta era a alternativa “verdadeiro”. Pode-se perceber que os estudantes entendem a relação do uso de aparelhos eletrônicos e o consumo de energia, ou seja, para que os aparelhos funcionem, é preciso alimentá-los de alguma forma através de energia elétrica.

Questão 3: *“Em relação ao aproveitamento das fontes alternativas de energia, o Brasil*

*apresenta algumas vantagens em relação a outros países, como por exemplo devido à sua extensão territorial e condições climáticas*". Nesta questão houve somente 8 acertos, o que corresponde a 53,33% do total. Dentre as 7 pessoas que não responderam a essa questão corretamente, 6 assinalaram a alternativa "não sei". Esse número pode ser explicado pelo fato de que os estudantes não relacionaram as condições edafoclimáticas (condições de clima, irradiação solar, relevo, etc) do país com a captação de energias renováveis, como por exemplo as provenientes do Sol e do vento. A resposta correta a esta questão é "verdadeiro". Esta é uma questão relativa a um tema interdisciplinar que pode ser trabalhado em conjunto com a disciplina de Geografia, ao abordar as características geográficas brasileiras (clima, relevo, condições de solo - por exemplo para o plantio de cana usada na produção de etanol, etc).

Questão 4: "*As usinas hidrelétricas representam uma das principais fontes energéticas do mundo e apesar de ser considerada uma fonte renovável, causam grande impacto ambiental na sua instalação*". Para esta afirmação, 12 pessoas responderam "verdadeiro", o que estava correto. Este resultado pode ser atribuído ao fato de que os estudantes muito provavelmente tiveram contato com o episódio da construção de uma usina hidrelétrica denominada "Baixo Iguaçu" na cidade vizinha (Capanema - PR), onde várias famílias foram reassentadas devido ao alagamento de uma grande área de terra para a instalação e execução das obras.

Questão 5: "*A energia solar é uma fonte limpa e renovável de energia*". Todos os sujeitos assinalaram a alternativa "verdadeiro", que correspondia à alternativa certa. Esse número pode ser atribuído ao fato de que os adolescentes já tinham conhecimento a respeito do uso da energia solar como uma forma alternativa de energia. Referindo-se à energia solar e não sua captação por dispositivos fotovoltaicos ou térmicos, o termo "fonte limpa" é adequado a esta afirmação.

Questão 6: "*O petróleo é uma fonte renovável de energia pois é extraído da natureza e seu uso não contribui com a poluição ambiental*". A resposta correta é a alternativa "falso", sendo que 12 estudantes responderam corretamente, o que mostra que entendem que nem todo recurso natural é renovável, uma vez que o petróleo é extraído da natureza e é considerada uma fonte poluidora e não renovável de energia. Isso leva a entender que os estudantes já ouviram falar da contribuição do petróleo para a poluição ambiental, mesmo que indiretamente.

Questão 7: "*A energia eólica é produzida a partir da força dos ventos e considerada uma fonte renovável de energia*". Com um total de 12 acertos, esta afirmativa é considerada verdadeira, sendo que 3 pessoas declararam não saber a resposta desta afirmativa, talvez por desconhecerem o termo "energia eólica" ou ficarem em dúvida quanto à classificação de ser uma fonte renovável de

energia ou não.

Questão 8: “*O aproveitamento da energia solar não depende das condições climáticas*”. A resposta correta à essa alegação era “falso”, sendo que 10 pessoas responderam corretamente, houve 4 erros e 1 “não sei”. Estas 5 respostas não corretas podem dizer respeito ao fato de os estudantes não relacionarem a quantidade de energia captada com a incidência solar, como por exemplo em um dia nublado ou chuvoso em que a irradiação solar é menor e portanto, a quantidade de energia captada varia proporcionalmente.

Questão 9: “*O petróleo é uma das fontes de energia mais utilizadas no mundo, mas infelizmente é uma fonte não renovável de energia*”. Houve 13 acertos, isto é, 13 pessoas assinalaram a alternativa “verdadeiro”, 1 “não sei” e uma resposta “falso”. Esses últimos dois dados errôneos podem ter sido acarretados da dúvida de não saber realmente se o petróleo é a fonte de energia mais utilizada no mundo. Comparando estes resultados à questão número seis, percebemos que a maioria dos estudantes entendem que este recurso natural não é renovável, o que implica que um dia pode se esgotar.

Questão 10: “*As fontes de energia solar, eólica, e hídrica são altamente poluentes comparadas ao uso dos combustíveis fósseis e por isso são pouco utilizadas*”. Para esta afirmativa, 11 pessoas assinalaram a alternativa correta que era “falso”, 3 pessoas responderam “não sei” e 1 pessoa assinalou “verdadeiro”. O número de pessoas que declararam não saber pode ser devido a falta de familiaridade com o uso da energia solar e eólica para gerar eletricidade por exemplo, sendo que a relação do pouco uso com a poluição pode ter sido estabelecida pelos estudantes que não responderam corretamente.

Questão 11: “*Nem toda fonte de energia renovável é considerada 100% limpa, como por exemplo o etanol, um tipo de biocombustível que, quando usado, libera um pouco de dióxido de carbono no ambiente*”. Dos 15 sujeitos pesquisados, 12 responderam corretamente (alternativa “verdadeiro”) e 2 pessoas não sabiam opinar, talvez por não conhecerem a origem do etanol ou por estabelecerem a relação entre fonte renovável e fonte limpa de energia como sinônimos.

Questão 12: “*O gás de cozinha é uma fonte renovável de energia por ser formado a partir de processos naturais*”. Nesta questão, a maioria dos alunos demonstraram dúvidas, sendo que houve 5 marcações “verdadeiro”, 6 declarações que não sabiam opinar e 4 afirmações falsas. Estes dados podem ser explicados por: a) Confundirem o gás de cozinha - Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) - por Gás Natural Veicular (GNV); b) Não saberem classificar esta fonte de energia como sendo renovável ou não; c) confundirem recursos energéticos naturais com recursos renováveis.

Questão 13: “*A energia proveniente do Sol pode ser utilizada para várias coisas, uma delas é a geração de energia elétrica que pode carregar a bateria de um celular por exemplo*”. Novamente se referindo à estrela Sol, esta questão foi respondida corretamente por todos os participantes da pesquisa, o que sugere que estes já tinham conhecimento da possibilidade de transformar a energia solar em energia elétrica, muito provavelmente por já terem visto algum aparelho elétrico que funcionava a partir da energia solar.

Questão 14: “*O uso da energia solar pode contribuir para a devastação ambiental já que se utiliza de um recurso natural*”. Nesta afirmativa, houve 11 respostas corretas, uma vez que a alternativa correspondente é “falso”. As outras 4 pessoas que erraram ou não souberam responder podem ter confundido a energia solar com a incidência de raios ultravioletas (maléficos à saúde humana) na superfície terrestre através dos buracos na camada de ozônio.

Questão 15: “*O sol pode ser uma fonte interessante de obtenção de energia para aquecer a água de um chuveiro para o seu banho*”. Responderam corretamente a essa questão 11 pessoas que talvez já ouviram falar em aquecedores solares ou viram estes aparatos instalados na parte superior de algumas residências. Ainda, podem ter relacionado a energia solar com uma fonte de calor para aquecer a água.

Questão 16: “*No Brasil, os potenciais hidráulicos, da irradiação solar, a biomassa e a força dos ventos são suficientemente abundantes para garantir a auto-suficiência energética do país*”. Somente 5 pessoas responderam assinalaram corretamente a alternativa “verdadeiro”, 7 declararam não saber opinar e 3 pessoas afirmaram que este enunciado era falso. Sobre as 10 pessoas que não responderam corretamente, possivelmente aplicam-se as justificativas: a) Desconhecimento dos termos utilizados na frase, como “potencial hidráulico e biomassa”; b) Dúvida quanto à oferta destes recursos na natureza e se seriam suficientes para suprir a necessidade energética do país; c) Desconhecimento do aproveitamento de fontes alternativas de energia no país (comparando com resultado da questão 3).

Questão 17: “*A utilização de fontes limpas para obtenção de energia ajuda a melhorar a qualidade de vida, combatendo os impactos ambientais*”. Para esta questão houve 12 acertos, o que pode ter representado a capacidade dos estudantes em relacionarem fontes limpas como menos poluentes, uma vez que a poluição deixa traços evidentemente negativos no meio ambiente e como consequência, na qualidade de vida.

Questão 18: “*Qualquer pessoa pode gerar energia elétrica, um exemplo é através da utilização de painéis solares, geralmente colocados no telhado da residência*”. Com o mesmo

objetivo da questão número 13 de verificar a concordância, por parte dos estudantes, da possibilidade de transformação da energia solar em energia elétrica, 86,66% dos consultados responderam corretamente a afirmativa.

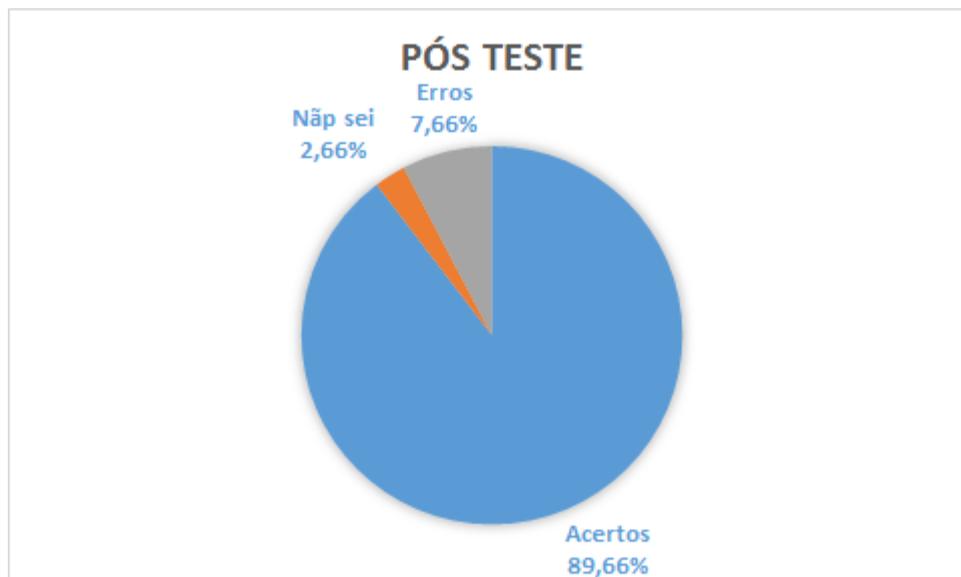
Questão 19: “*É possível mover um veículo com a energia do Sol, sem precisar utilizar os combustíveis convencionais (óleo diesel, gasolina, etanol, etc)*”. Sobre esta afirmação, responderam corretamente 11 pessoas, sendo que outros 3 afirmaram não saber opinar, o que pode justificar-se por pensarem em veículos de grande porte em que as necessidades energéticas para produzir movimento não seriam supridas somente com a energia solar.

Questão 20: “*O uso de combustíveis fósseis como os derivados do petróleo (óleo diesel e gasolina, por exemplo) poluem o meio ambiente e podem deixar de existir futuramente*”. Dos consultados, 14 declararam ser verdadeira a afirmação e uma pessoa não soube responder, muito provavelmente pela falta de noção da quantidade destes recursos disponíveis na natureza.

De uma maneira geral, mesmo sem terem estudado diretamente o assunto na disciplina de Física, os estudantes demonstraram ter certo conhecimento a respeito do tema através das questões respondidas no pré teste. As questões 12 e 16 são as que mais se destacam por terem poucos acertos comparadas com as outras questões. No entanto, durante as discussões do assunto ao longo da oficina, foram abordadas indiretamente todas as questões e esclarecidas as dúvidas. Para saber se realmente os estudantes associaram as explicações com as questões propostas, realizou-se posteriormente um pós teste.

A segunda etapa consistiu em coletar dados através de um pós teste (Apêndice 1), onde os estudantes deveriam responder ao mesmo questionário do pré teste, sendo que para isso, os mesmos tiveram uma explicação do conteúdo com discussão de dúvidas e opiniões particulares. O pós teste foi então administrado no início do terceiro e último encontro. Os resultados gerais de acertos, erros ou falta de conhecimento do assunto (apesar de trabalhado durante a oficina) podem ser analisados na Figura 24.

Figura 24 - Porcentagem dos resultados obtidos no pós teste.

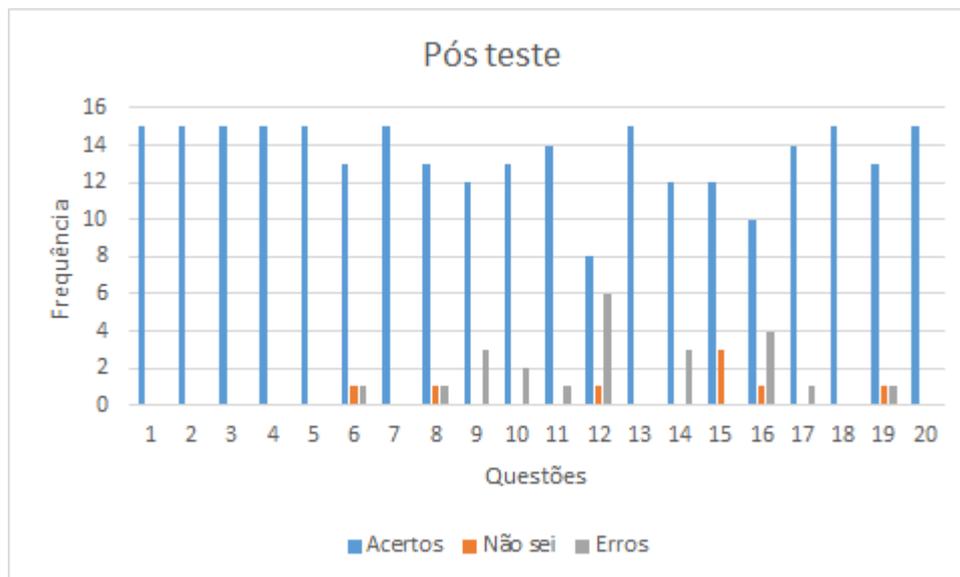


Fonte: Elaborado pelo autor.

Através dessa atividade, procurou-se observar e analisar a evolução conceitual que os alunos tiveram do pré teste para o pós teste, para dessa forma avaliar quais foram os pontos positivos da aplicação da oficina e quais os pontos que deveriam ser melhor trabalhados em uma próxima abordagem. Com a utilização deste método, fica fácil a visualização tanto de quem corrige como do próprio aluno, verificar seus acertos e erros, a fim de corrigi-los.

No dia em que o pós teste foi aplicado participaram apenas 15 estudantes, que receberam seus pré testes (ainda não corrigidos) e responderam novamente às mesmas questões. Os resultados obtidos podem ser analisados na Figura 25.

Figura 25 - Questões respondidas no pós teste.

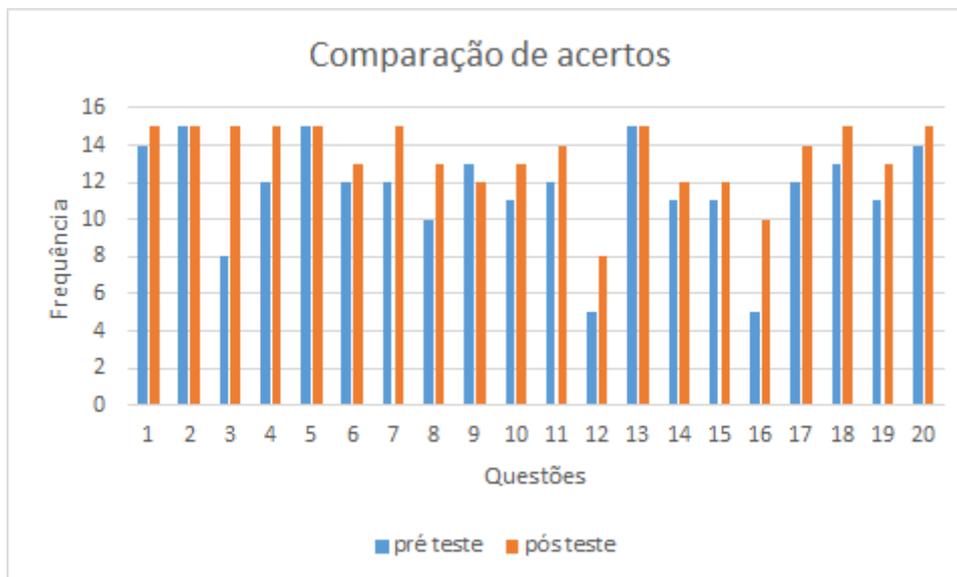


Fonte: Elaborado pelo autor.

Como as questões respondidas no pré e pós teste foram as mesmas, podemos facilmente, através da comparação dos resultados, afirmar que é evidente uma melhoria nas questões respondidas corretamente depois da discussão do conteúdo, onde todas as questões foram abordadas indiretamente durante a oficina didática. Percebe-se ainda que em muitas questões diminuíram consideravelmente as alternativas respondidas “não sei” ou que foram consideradas erradas.

Um terceiro gráfico pode ser analisado, Figura 26, que mostra e compara os acertos das questões no pré e pós teste.

Figura 26 - Comparação de acertos entre o pré e pós teste.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se que, mais especificamente em algumas questões como por exemplo na questão 3, 12 e 16 houve uma melhora significativa de acertos, o que implica em uma mudança conceitual a respeito do assunto.

Na questão 3, por exemplo, 8 dos 15 participantes da pesquisa assinalaram a resposta correta no pré teste. Já no pós teste, para esta mesma questão observou-se uma frequência de 15 acertos, o que corresponde a 100%. Isso significa que houve uma melhora de 46,66% na resposta correta desta questão.

A questão 12 também indicou uma melhora significativa, apesar de ainda representar um frequência de acertos baixa em relação às outras questões. Muito provavelmente, os estudantes não associaram o gás de cozinha vendido em botijão (Gás Liquefeito de Petróleo - GLP) como sendo uma maneira de utilização de um derivado do petróleo, que é uma fonte não renovável de energia. Ainda, podem ter confundido o GLP com o Gás Natural Veicular (GNV) e ficado com dúvidas quanto a proposição de que nem todo recurso natural é renovável. O termo “natural” pode ter causado confusão por não ser associado à um combustível fóssil. Esta questão representa um ponto a ser melhorado em uma próxima abordagem.

Já a questão 16 apresentou melhora evidente de 33,33%, sendo que de 5 acertos no pré teste, este número dobrou para 10 no pós teste. Essa questão é outra que, apesar de ter apresentado melhora, alguns alunos ainda ficaram com dúvidas a respeito da oferta e aproveitamento das

energias renováveis no Brasil e se estas, por si só, seriam suficientes para suprir as necessidades energéticas do país.

De maneira geral, podemos afirmar que os resultados foram satisfatórios entre o pré e pós teste. Um ponto positivo percebido na utilização deste tipo de questionário é a linguagem utilizada para enunciar as questões, o sistema de coleta de dados de pré e pós teste na mesma folha - que permite ao aluno visualizar suas respostas anteriores e repensá-las, decidindo novamente se concorda ou não, as questões serem objetivas, com alternativas que demonstrem se o aluno tem uma concepção correta, incorreta ou se não sabe opinar a respeito do assunto.

Existem algumas questões que devem ser reescritas ou melhor abordadas durante a oficina em um próximo trabalho. No entanto, os resultados obtidos podem ser considerados positivos para as avaliações propostas antes e depois de discutido o conteúdo através do questionário.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento deste trabalho buscou-se edificar uma pesquisa acerca da construção e aplicação de uma sequência didática na educação básica, a qual visou abordar o assunto Energias Renováveis através de uma oficina e assim avaliar a evolução conceitual dos estudantes através de questionários de pré e pós teste e realização de outras atividades, sendo que a principal foi a construção de carrinhos elétricos movidos à energia solar. Os resultados obtidos foram satisfatórios e mostraram que os objetivos propostos foram alcançados.

Levando em consideração a quantidade de conteúdos e a carga horária compacta atribuída à disciplina de Física na educação básica, acredita-se que os estudantes concluem sua formação escolar com uma defasagem de conteúdos, que muitas vezes não são trabalhados por falta de tempo ou mesmo de material didático acessível à realidade escolar. Sendo assim, este trabalho apresentou uma possibilidade de abordagem diferenciada para o assunto de Energias Renováveis, pois percebe-se que este tema contemplado pela Educação Ambiental (tema especial proposto pela BNCC), é pouco discutido na escola básica. Portanto, o assunto foi trabalhado através de discussões de conceitos e realização de atividades práticas, dando ênfase ao fazer, manusear e criar pelo próprio aluno, o que gerou bons resultados quanto ao desenvolvimento dos mesmos.

A sequência didática construída permite ao professor abordar tanto assuntos ambientais como os vários conceitos físicos envolvidos no funcionamento do carrinho solar, como por exemplo: transformação de energia, corrente elétrica, torque, atrito, etc. Pode ser ainda trabalhado em conjunto com outras disciplinas como Geografia (ao abordar fatores edafoclimáticos brasileiros que influenciam na captação de energia a partir de fontes renováveis como clima, radiação solar, vento, precipitação pluvial, relevo, etc.) e Química (ao realizar a atividade da “pilha de limão” e discutir reações químicas de oxirredução). Esse aspecto interdisciplinar permite ao estudante abandonar, quando existir, a concepção de que Física é uma disciplina isolada, sem conexão com outras áreas do conhecimento.

Um ponto importante a ser destacado quanto à aplicação da sequência didática são as atividades práticas com materiais de baixo custo uma vez que, em escolas que não possuam laboratório adequado, o desenvolvimento desse tipo de atividade muitas vezes só é possível a partir de materiais de fácil acesso e custo mínimo. Vale considerar que existem muitas atividades simples que não requerem laboratórios sofisticados para serem realizadas, sendo que o próprio aluno pode desenvolvê-las com materiais caseiros e compreender o fenômeno estudado.

Apesar de não contar com estrutura montada para o funcionamento do laboratório de

Ciências, a referida escola tem interesse em projetos da área de Ciências Naturais e Tecnologia, daí a escolha desta instituição para a realização da oficina, sendo que a direção da mesma está realizando a compra de kits de arduínos, visando, a partir do próximo ano, colocar o laboratório em funcionamento e desenvolver atividades de cunho tecnológico com os estudantes.

Ainda sobre a oficina, um ponto positivo foi o fato de ser realizada no contra turno, sendo que os estudantes, além do tempo disponível em sala de aula, puderam aprender um pouco mais sobre a Física e questões ambientais. Além disso, percebeu-se que para eles foi algo prazeroso, onde puderam utilizar sua criatividade no desenvolvimento dos carrinhos solares, sendo que muitos nunca tiveram a oportunidade de confeccionar carrinhos/brinquedos eletrônicos, principalmente o público feminino, já que o manuseio de aparatos eletrônicos foi e ainda hoje é uma atividade de certa forma masculinizada.

Durante a realização das atividades, surgiram imprevistos como por exemplo no momento em que os carrinhos solares precisavam serem testados e o tempo estava nublado e chuvoso. No entanto, os estudantes puderam perceber que a quantidade de captação da energia solar depende das condições climáticas.

Apesar dos desafios encontrados, pode-se afirmar que ações como esta em que universidade e escola se unem em prol da educação, contribuem para aumentar o índice do IDEB da escola, oportunizando a aprendizagem significativa dos conteúdos e visando alcançar as metas propostas, colaborando para que, até 2022 o Brasil possua IDEB médio de 6,0 e garanta qualidade básica, principalmente em escolas públicas.

A partir das etapas da realização deste trabalho (planejamento, execução e análise dos resultados), pretende-se melhorar alguns aspectos a fim de enriquecerem ainda mais a oficina como por exemplo a utilização de outras atividades além das que foram desenvolvidas como a construção de fogões e aquecedores solares, mini geradores eólicos para carregar um celular enquanto se anda de bicicleta, etc. Portanto, este trabalho pode ser replanejado.

Este trabalho foi uma etapa muito importante na minha formação, pois pude desenvolver algumas habilidades que fazem parte das atividades docentes como preparar um material didático, ministrar um conjunto de aulas, bem como procurar alternativas diferenciadas para trabalhar o tema proposto a fim de despertar o interesse dos alunos pela Física. Pretende-se melhorar este trabalho, para servir de base a professores de Física interessados em trabalhar este tema em suas aulas, levando adiante a disseminação do conhecimento a respeito do uso das fontes renováveis de energia, de modo que cada vez mais alunos possam ser contemplados com esta oficina.

## REFERÊNCIAS

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 1. ed. Brasília: ANEEL, 2002. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro\\_atlas.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf)>. Acesso em: 03 fev. 2017.

AKATU Mírim - **De onde vem para onde vai? O Petróleo**. [s.l.]: Plataformaterraqueos, 2011. Son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8Ft4vYSAx4M&t=158s>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Documento preliminar: Segunda versão**. MEC. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>>. Acesso em 09 nov 2017.

BRASIL, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em 20 jan. 2017.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: apresentação dos temas transversais, ética / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília : MEC/SEF, 1997. 146p.

COPEL (Org.). **Conceituação**. 2008. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=/hpcopel/root/pagcopel2.nsf/0/7507b0aba2e082ff0325740f00649745>>. Acesso em: 14 out. 2017.

DE ONDE VEM a Energia Elétrica?. 2015. Son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8ti6FtlvMoc>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

EDP. **História da energia**. [20--]. Disponível em: <<http://www.edp.com.br/pesquisadores-estudantes/energia/historia-da-energia/Paginas/default.aspx#>>. Acesso em: 23 maio 2017.

ELETRONPI. **M024 - O Semicondutor**. Disponível em: <<http://www.eletronpi.com.br/ce-026-transistor-bipolar.aspx>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

EPE. **Balanco Energético Nacional 2017: Ano Base 2016**. Rio de Janeiro, 2017. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em 01 nov 2017.

FARIAS, L. M.; SELLITTO, M. A. **Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras**. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 12, n. 17, p.7-16, jun. 2011. Disponível em: <[http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista\\_SIER/v.%2012,%20n.%2017%20\(2011\)/1.%20Uso%20da%20energia%20ao%20longo%20da%20hist%F3ria.pdf](http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2012,%20n.%2017%20(2011)/1.%20Uso%20da%20energia%20ao%20longo%20da%20hist%F3ria.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2017.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Rev. adm. empres.**, São Paulo , v. 35, n. 3, p. 20-29, June 1995 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75901995000300004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901995000300004&lng=en&nrm=iso)>. access on 10 Nov. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75901995000300004>.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2012. 400 p.  
GREENPEACE. **Revolução Energética**. 2013. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Clima-e-Energia/revolucao-energetica/>>. Acesso em: 23 maio 2017.

HALLIDAY, RESNICK, WALKER. **Fundamentos de Física**. Vol. 1. 8 ed. Editora LTC, 2008.

IDEB. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica**. INEP: 2015. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/ideb>>. Acesso em: 16 nov. 2017.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. **IDEB**. 2016. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/ideb>>. Acesso em: 16 nov. 2017.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. **IDEB**. 2017. Disponível em: <<http://idebescola.inep.gov.br/ideb/escola/dadosEscola/41081366>>. Acesso em: 16 nov. 2017.

JÄGER, K. et al. **Solar Energy: Fundamentals, Technology, and Systems**. Delft University of Technology, 2014. Disponível em: <[https://courses.edx.org/c4x/DelftX/ET.3034TU/asset/solar\\_energy\\_v1.1.pdf](https://courses.edx.org/c4x/DelftX/ET.3034TU/asset/solar_energy_v1.1.pdf)>. Acesso em 10 nov 2017.

KOBASHIGAWA, A.H.; ATHAYDE, B.A.C.; MATOS, K.F. de OLIVEIRA; CAMELO, M.H.; FALCONI, S. **Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental**. In: IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica. São Paulo, 2008. p. 212-217. Disponível em: . Acesso em: 10 de dez de 2017.

**K.MOTORES Elétricos**. [20--]. Disponível em: <<http://www.c2o.pro.br/automacao/apk.html>>. Acesso em: 16 nov. 2017.

Koerich MS, Backes DS, Sousa FGM, Erdmann AL, Albuquerque GL. **Pesquisa-ação: ferramenta metodológica para a pesquisa qualitativa**. Rev. Eletr. Enf. [Internet]. 2009;11(3):717-23. Disponível em: <<http://www.fen.ufg.br/revista/v11/n3/v11n3a33.htm>>. Acesso: 27 maio 2017.

LEMES, Maurício Ruv; PINO JÚNIOR, Arnaldo dal. **INICIAÇÃO TECNOLÓGICA: UMA FORMA LÚDICA DE APRENDER FÍSICA**. Cad. Bras. Ens. Fís., [s. L.], v. 27, n. 2, p.355-370, ago. 2010.

LINO DE ARAÚJO, Denise. O que é (e como faz) sequência didática?. *Entrepalavras*, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 322-334, maio 2013. ISSN 2237-6321. Disponível em: <<http://www.entrepalavras.ufc.br/revista/index.php/Revista/article/view/148/181>>. Acesso em: 13 nov. 2017. doi:<<http://dx.doi.org/10.22168/2237-6321.3.3.1.322-334>>.

MOTA, Claudio J. A.; ROSENBACH JUNIOR, Nilton; PINTO, Bianca Peres. **Química e Energia: Transformando Moléculas em Desenvolvimento**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010. 2 v. Disponível em: <[http://www.quimica.seed.pr.gov.br/arquivos/File/AIQ\\_2011/quimica\\_energia.pdf](http://www.quimica.seed.pr.gov.br/arquivos/File/AIQ_2011/quimica_energia.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2017.

MUSEU LIGHT DA ENERGIA. **Pilha de limão**. [20--]. Disponível em: <<http://www.museulight.com.br/AprendaBrincando/FacaVoce/PilhaLimaao.aspx>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

NASCIMENTO, Cássio Araújo do. **PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA CÉLULA FOTOVOLTAICA**. 2004. 21 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-graduação Lato-sensu em Fontes Alternativas de Energia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004. Disponível em: <[http://www.solenerg.com.br/files/monografia\\_cassio.pdf](http://www.solenerg.com.br/files/monografia_cassio.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2017.

PEREIRA, E. B. et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: Inpe, 2006. Disponível em: <[http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/brazil\\_solar\\_atlas\\_R1.pdf](http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/brazil_solar_atlas_R1.pdf)>. Acesso em: 02 fev. 2016.

RFASSBIND. **From a solar cell to a PV System**. Imagem de Domínio Público, [20--]. Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=34961018>>. Acesso em: 17 nov 2017.

ROCHA, L. S. da; COSTA, R. G. da S. **AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS E NÃO-RENOVÁVEIS**. [20--]. Disponível em: <<http://www2.unigranrio.br/recursos/documentos/ICJr/12ICJr.pdf>>. Acesso em 26 jan. 2017.

SILVA, E. L.; CALIXTO, P. M. **Educação Ambiental na Escola: curso de formação para professores**. In: MOSTRA NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA INTERDISCIPLINAR, 6., 2013, Camboriú: Instituto Federal Catarinense. Disponível em: <<http://micti-2013.ifc.edu.br/anais/resumos/trab00168.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2017.

Silva, L. G. B; Alves, A. F. **Projeto GeraSol: energia solar para crianças e adolescentes**. 8º Congresso de extensão universitária da UNESP, p. 1-5, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/142426>>.

SOUZA, Ronilson di. **Célula Fotovoltaica – O Guia Técnico Absolutamente Completo**. 2017. Disponível em: <<http://blog.bluesol.com.br/celula-fotovoltaica-guia-completo/>>. Acesso em: 16 nov. 2017.

SUNWIND. **SunnySide Up**. 2013. Disponível em: <<http://sunwindsolar.com/sunny-side-up/>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p.443-466, set. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3>>. Acesso em: 10 nov 2017.

UMA LIÇÃO sobre energia solar. [s.l.]: Ambiente Energia, 2011. Son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Y-JcNXugAKU&t=1s>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

VALLÊRA, A. M.; BRITO, M. C. **Meio Século de História Fotovoltaica**. [s.l.]: Gazeta da Física, 2006. 29 v. Disponível em: <<http://solar.fc.ul.pt/gazeta2006.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2017.

## **APÊNDICE A - Sequência didática para o ensino de energias renováveis**

Esta sequência didática foi planejada a fim de servir como base para a abordagem do tema Energias Renováveis no Ensino de Física, servindo de apoio a professores interessados em trabalhar este assunto em suas aulas. A sequência foi aplicada em uma escola pública em forma de oficina, sendo idealizada para atender a um público de cerca de 20 alunos. A organização se dá através de 3 encontros de aproximadamente 4 horas cada um (podendo ser replanejado dependendo da carga horária da disciplina), os quais serão explicados a seguir.

### **1. ENCONTRO 1**

Neste primeiro encontro, antes de se iniciar a discussão, o professor deverá explicar aos estudantes que eles serão avaliados no início e ao final da oficina através de pré e pós teste, visando assim identificar os conhecimentos prévios dos mesmos a respeito do tema e posteriormente, a ocorrência ou não de aprendizagem. Em seguida os alunos receberão um teste (Anexo 2) com 20 questões objetivas que contém três alternativas (verdadeiro, falso e não sei), onde deverão marcar as respostas somente na coluna intitulada “primeira parte”, que corresponde ao pré teste. Após o término desta atividade, o(a) professor(a) deverá recolher os questionários, cada qual com a devida identificação do estudante.

Posteriormente, pode-se iniciar a discussão do tema, através de apresentação de slides, vídeos, imagens, textos, etc, visando contemplar os tópicos listados abaixo e que estão explicados na fundamentação teórica deste trabalho.

- Conceito e utilização da energia;
- Tipos de energia;
- Fontes de energia;
- Energias não-renováveis e problemas ambientais relacionados ao seu uso;
- Energias renováveis (com foco na energia solar) e sua utilização do Brasil;

Ao conduzir a discussão, o professor pode indagar aos estudantes sobre o que é energia, para então construir este conceito a partir das respostas obtidas como a capacidade de um corpo em realizar trabalho, pois muito provavelmente já ouviram falar em energia. É interessante apresentar exemplos comuns do dia a dia em que se utiliza a energia em suas diferentes formas e enfatizar que tudo o que existe no universo é, de alguma forma, graças à energia. Nesta etapa, além de trabalhar o conceito de energia, o(a) professor(a) pode trabalhar a Lei da Conservação da Energia e mostrar

exemplos, mesmo que simples, da conservação da energia no dia a dia. Durante a explicação, atentar para as fontes renováveis e não renováveis, citando seus tipos, vantagens e desvantagens.

O(a) professor(a) pode organizar os estudantes em grupos a fim de realizarem uma atividade demonstrativa denominada “pilha de limão”, através da qual os estudantes poderão perceber uma das várias maneiras de se transformar uma forma de energia em outra.

Os materiais necessários para cada grupo são:

- 3 limões;
- 3 cliques de papel;
- 3 moedas de cobre;
- Fios condutores com conectores garra de jacaré;
- 1 LED.

A montagem basicamente se dá através dos seguintes passos:

1. Fazer dois cortes a uma pequena distância um do outro em cada limão, em um corte colocar a moeda e no outro, o clipe. Fazer isso nos 3 limões.
2. Em seguida, conectar um limão ao outro de modo que o fio que conecta o cobre em um limão, conecte ao alumínio (clipe) no outro. Dessa forma, os limões estarão ligados em série, sendo que ao final sobrarão duas pontas, as quais devem ser conectadas ao LED, de maneira semelhante à mostrada na Figura 27:
3. Perceba que o LED acende e lembre-se que o LED é um diodo emissor de luz, e somente acenderá quando for polarizado corretamente.

Figura 27 - Pilha de limão.



Fonte: MUSEU LIGHT DA ENERGIA, [20--].

Nota: Imagem ilustrativa. Em nosso caso foram usados três limões.

Esse fenômeno pode ser uma interessante maneira de discutir as várias formas de transformação de energia, neste caso, energia química (através de uma reação química) em energia elétrica, responsável por ligar o LED. Isso acontece pois o limão atua como uma célula de energia e se comporta como uma pilha tradicional onde dois metais são inseridos em um ácido. Neste caso os metais são cobre e alumínio e a solução ácida é o suco do limão, que possibilita a reação de oxirredução acontecer. A oxirredução é uma reação química onde um metal recebe elétrons (neste caso o cobre) e o outro doa elétrons (alumínio) e por isso o cobre atua como o cátodo (pólo positivo da pilha e o alumínio como o ânodo (pólo negativo). Lembrando que o sentido real do movimento dos elétrons em condutores, vai do pólo negativo para o positivo, o que acaba gerando corrente elétrica e conseqüentemente acendendo a lâmpada de LED. O suco de limão neste caso - que poderia ser substituído por laranjas por exemplo - é o ácido que permite a passagem dos elétrons de um metal para outro.

Com a realização desta atividade, o professor poderá relembrar alguns conceitos de química, como por exemplo a reação de oxirredução e aproveitar para questionar aos estudantes o motivo de se utilizar mais de um limão para fazer a lâmpada de LED acender, além de discutir o comportamento da corrente elétrica, causada pela diferença de potencial, quando os limões são associados em série ou em paralelo.

Outras atividades a respeito do assunto Energia (conceito, formas, transformação de energia, etc) podem ser organizadas, sendo algumas encontradas nas referências sugeridas mais adiante.

## **2. ENCONTRO 2**

Este segundo encontro foi planejado exclusivamente para a construção de carrinhos elétricos movidos à energia solar onde, após a discussão sobre Energia e fontes renováveis, os estudantes realizarão esta atividade prática a fim de verificarem a utilização da energia solar em forma de energia elétrica (energia fotovoltaica). Para isso, receberão os materiais citados abaixo (Fig. 28):

- Rodas (de madeira ou tampa de garrafa PET);
- Base suporte (de plástico ou papel);
- Placas solares com as devidas conexões;
- Motores;
- Engrenagens;
- Pedacos de arame (eixos);
- Materiais diversos (folhas de papel colorido, E.V.A, cola quente, branca e de glitter, etc);

Figura 28 - Materiais utilizados na construção do carrinho solar.



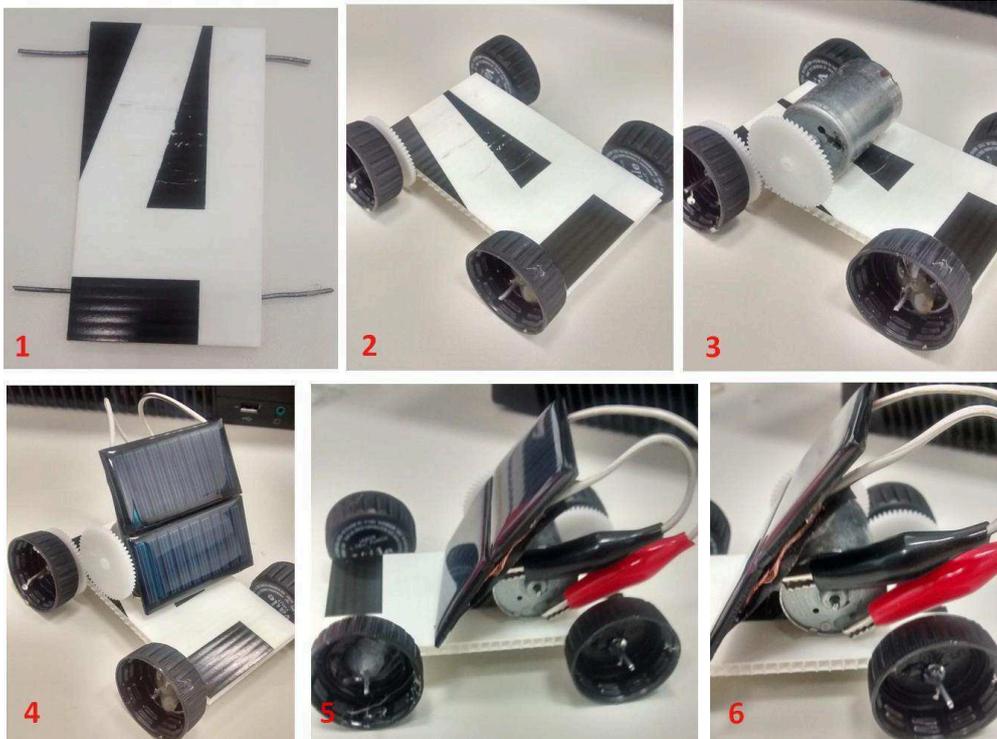
Fonte: Elaborado pelo autor.

Durante a montagem dos carrinhos, o professor poderá auxiliar os estudantes para seguirem os seguintes passos (Fig. 29):

1. Escolher uma base suporte que pode ser de papelão ou plástico PVC e em seguida inserir um pedaço de arame próximo à cada extremidade da base, já que o papelão ou plástico PVC contém furos que dão suporte ao eixo, de modo que este possa girar livremente sem que precise ser preso;
2. Em seguida, faça um furo no centro de cada roda (de madeira ou garrafa PET) de modo que esta fique presa ao eixo (pode-se utilizar cola quente para fixar). Em uma das rodas fixe também uma engrenagem (grande ou pequena) que posteriormente será interligada à outra engrenagem do eixo do motor;
3. Fixe uma segunda engrenagem ao eixo do motor (se necessário utilize cola quente) e prenda-o à base do carrinho (utilize cola quente) de modo que as duas engrenagens utilizadas (do eixo do motor e do eixo das rodas) se encostem a fim de transferir o movimento do motor elétrico às rodas.
4. Por fim, utilizando a placa solar, faça as devidas conexões nos pólos positivo e negativo do motor, lembrando que conforme a maneira que for polarizado, o carrinho poderá andar para frente ou para trás. Fixe a placa solar (pode ser colada ao motor) de modo que não atrapalhe

o movimento engrenagens e/ou das rodas e sua posição possa captar a maior quantidade de radiação solar.

Figura 29 - Passo a passo para a construção de carrinhos solares.

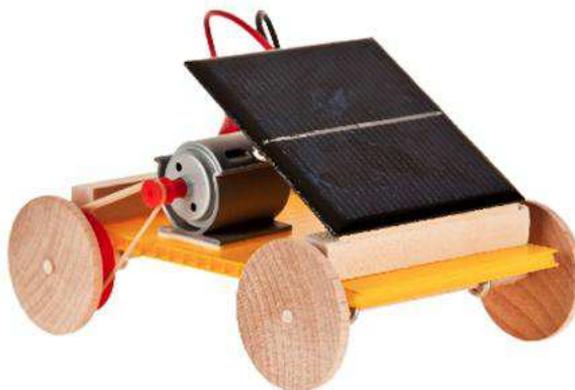


Fonte: Elaborada pelo autor.

Após seguirem os passos básicos para a confecção do carrinho, o professor pode sugerir que os estudantes usem a criatividade para personalizarem seus modelos a partir dos materiais disponíveis, lembrando que o desempenho pode ser comprometido quanto maior for a massa do carrinho.

Cabe destacar que alguns materiais podem ser substituídos, como por exemplo a base, que pode ser feita com palitos de picolé, as rodas podem ser feitas de algum material emborrachado leve e que diminua o atrito com o chão e as engrenagens podem ser substituídas por um elástico de modo que o mesmo fique bem esticado e semelhante ao mostrado na Figura 30.

Figura 30 - Modelo de carrinho solar.



Fonte: Sunwind, 2013.

### 3. ENCONTRO 3

Este terceiro encontro está destinado inicialmente para a realização do pós teste, onde os estudantes receberão de volta o questionário respondido no primeiro encontro porém agora deverão responder à coluna intitulada “segunda parte”, que corresponde ao pós teste. Em seguida, o professor recolherá a atividade para fins de correção, sendo que a mesma pode servir como avaliação para obtenção de nota e para verificação de mudança conceitual nas questões respondidas de forma errada ou no caso de o aluno não saber opinar a respeito do assunto. Após responderem ao questionário, os alunos poderão realizar reparos nos carrinhos se necessário. Posteriormente, os estudantes poderão apresentar seus modelos e se for viável, poderão competir entre equipes sendo que o modelo que tiver melhor desempenho (critérios que podem ser definidos pelo professor) pode ser premiado de alguma forma, instigando assim a motivação dos estudantes através de uma competição saudável, promovendo um ambiente em que todos se sintam vitoriosos.

O professor poderá aprofundar o estudo analisando com os estudantes os conceitos físicos envolvidos no funcionamento do carrinho como um todo, desde a captação da energia solar, transformação da energia solar em elétrica, a qual faz girar o motor, podendo ser explorado também o funcionamento do motor elétrico, e posteriormente, poderá ser discutido a transformação da energia elétrica em energia cinética, que propulsiona e movimenta o carrinho.

Por fim, poderão ser avaliados os resultados obtidos no pré e pós teste e repensadas as atividades para uma próxima aplicação.

#### 4. CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS UTILIZADOS

##### 4.1. MOTORES

Os mini motores de corrente contínua foram adquiridos pelo site “Mercado Livre”, sendo motores já utilizados mas em bom estado de funcionamento, e com características descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Características dos motores utilizados

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Diâmetro	20 mm
Altura	32 mm
Eixo	2 mm
Comprimento do eixo	10 mm
Corrente elétrica	40 mA
Tensão	5 vdc
Velocidade	6000 rpm
Preço unitário	R\$ 2,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

##### 4.2. CÉLULAS SOLARES

As células solares utilizadas na construção do carrinho, foram adquiridas no site chinês “AliExpress”, sendo que os parâmetros de desempenho estão descritos no quadro a seguir (Quadro 2).

Quadro 2 - Características da células solares utilizadas.

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Comprimento	53 mm
Largura	30 mm
Altura	3 mm
Tensão de funcionamento	5 V
Corrente de trabalho	30 mA
Potência de pico	0.15 W
Radiação de teste	1000 W/m <sup>2</sup>
Temperatura de teste	25 °C
Preço unitário	R\$ 2,90

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.3. ENGRENAGENS, FIOS E CONECTORES

As engrenagens utilizadas eram feitas de material plástico sendo de dois tamanhos, os fios eram flexíveis e de silicone e os conectores eram em formato garra de jacaré, sendo que estes materiais também foram adquiridos no site chinês “AliExpress”, as características de cada um estão descritas no quadro 3.

Quadro 3 - Características dos demais materiais utilizados.

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Preço unitário conectores garras de jacaré	R\$ 0,33
Comprimento do fio	40 m
Diâmetro do fio	0,2546 mm
Preço do fio	R\$ 21,81
Preço da engrenagem 56 dentes	R\$ 0,88
Preço da engrenagem 12 dentes	R\$ 0,74
Custo total das engrenagens	R\$ 66,44

Fonte: Elaborado pelo autor.

## APÊNDICE B - Referências Complementares

Nesta seção estão sugeridas algumas referências que o professor poderá consultar para incrementar suas atividades em sala de aula ao trabalhar com o assunto Energia, tipos e classificação das fontes.

U.S. Department of Energy (DOE). **Solar Energy Science Projects**. National Renewable Energy Laboratory, 1995. Disponível em:

<[https://www.nrel.gov/workingwithus/assets/pdfs/educational\\_resources/high\\_school/solar\\_projects\\_hs.pdf](https://www.nrel.gov/workingwithus/assets/pdfs/educational_resources/high_school/solar_projects_hs.pdf)>. Acesso em 17 nov 2017.

R.E.A.C.T. **Renewable Energy Activities – Choices for Tomorrow**. National Renewable Energy Laboratory, [199-]. Disponível em: <<https://www.nrel.gov/docs/gen/fy01/30927.pdf>>. Acesso em 17 nov 2017.

DAMASIO, Felipe; STEFFANI, Maria Helena. Ensinando física com consciência ecológica e com materiais descartáveis. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 29, n. 4, p.593-597, set. 2007. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/117099/000637829.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

PIMENTEL, Jorge Roberto. LABORATÓRIO CASEIRO: SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DIDÁTICO EMPREGANDO UMA BANDEJA METÁLICA. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, Florianópolis, v. 2, n. 4, p.104-111, ago. 1997. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/7855/7223>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

### APÊNDICE C - Pré e pós teste

Para melhor visualização, as questões respondidas pelos estudantes participantes da oficina no pré e pós teste estão apresentadas abaixo e posteriormente, na Figura 31 é possível entender como o questionário foi aplicado aos mesmos.

1. A energia renovável é proveniente de recursos naturais e possui a capacidade de se regenerar, por isso não se esgota. São exemplo, o sol e o vento.
2. Atualmente, a dependência do uso de aparelhos eletrônicos (computadores, celulares, tablets, etc) contribui para o aumento no consumo de energia.
3. Em relação ao aproveitamento das fontes alternativas de energia, o Brasil apresenta algumas vantagens em relação à outros países, como por exemplo devido à sua extensão territorial e condições climáticas.
4. As usinas hidrelétricas representam uma das principais fontes energéticas do mundo e, apesar de ser considerada uma fonte renovável, causam grande impacto ambiental na sua instalação.
5. A energia solar é uma fonte renovável de energia.
6. O petróleo é uma fonte renovável de energia pois é extraído da natureza e seu uso não contribui com a poluição ambiental.
7. A energia eólica é produzida a partir da força dos ventos e considerada uma fonte renovável de energia.
8. O aproveitamento da energia solar não depende das condições climáticas.
9. O petróleo é uma das fontes de energia mais utilizadas no mundo, mas infelizmente é uma fonte não renovável de energia.
10. As fontes de energia solar, eólica, e hídrica são altamente poluentes comparadas ao uso dos combustíveis fósseis e por isso são pouco utilizadas.
11. Nem toda fonte de energia renovável é considerada 100% limpa, como por exemplo o etanol, um tipo de biocombustível que, quando usado, libera um pouco de dióxido de carbono no ambiente.
12. O gás de cozinha é uma fonte renovável de energia por ser formado a partir de processos naturais.
13. A energia proveniente do sol pode ser utilizada para várias coisas, uma delas é a geração de energia elétrica que pode carregar a bateria de um celular por exemplo.

14. O uso da energia solar pode contribuir para a devastação ambiental já que se utiliza de um recurso natural.
15. O sol pode ser uma fonte interessante de obtenção de energia para aquecer a água de um chuveiro para o seu banho.
16. No Brasil, os potenciais hidráulicos, da irradiação solar, a biomassa e a força dos ventos são suficientemente abundantes para garantir a auto-suficiência energética do país.
17. A utilização de fontes limpas para obtenção de energia ajuda a melhorar a qualidade de vida, combatendo os impactos ambientais.
18. Qualquer pessoa pode gerar energia elétrica, um exemplo é através da utilização de painéis solares, geralmente colocados no telhado da residência.
19. É possível mover um veículo com a energia do Sol, sem precisar utilizar os combustíveis convencionais (óleo diesel, gasolina, etanol, etc).
20. O uso de combustíveis fósseis como os derivados do petróleo (óleo diesel e gasolina, por exemplo) poluem o meio ambiente e podem deixar de existir futuramente.

Figura 31 - Pré e pós teste.

QUESTÃO	PRIMEIRA PARTE	SEGUNDA PARTE
1	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
2	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
3	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
4	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
5	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
6	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
7	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
8	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
9	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
10	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
11	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
12	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
13	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
14	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
15	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
16	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
17	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
18	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
19	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
20	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI	<input type="checkbox"/> VERDADEIRO <input type="checkbox"/> FALSO <input type="checkbox"/> NÃO SEI

Fonte: Elaborado pelo autor.