



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ – INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL  
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**FÁBIO SARMENTO BLANDES**

**UMA PROPOSTA DO TEMA ENERGIA EÓLICA NO ENSINO  
FUNDAMENTAL II ATRAVÉS DE ENSINO POR  
INVESTIGAÇÃO**

Santarém-Pará  
2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO**  
**PROGRAMA DE MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL DO ENSINO DE**  
**FÍSICA**

**Ata da Defesa Pública de Dissertação de Mestrado Profissional**

Aos cinco dias do mês de dezembro do ano de 2018, às 9:00 horas na Sala 21 (laboratório de física beta) do Instituto de Ciências da Educação (ICED) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), reuniram-se os membros da Banca Examinadora composta pelos(as) professores(as) Drs. **ALEX CABRAL (orientador e presidente)**, **RODOLFO MADURO ALMEIDA (membro interno)** e **ELINEI PINTO DOS SANTOS (membro externo)** a fim de arguirem o mestrando **FÁBIO SARMENTO BLANDES**, com a dissertação intitulada **UMA PROPOSTA DO TEMA ENERGIA EÓLICA NO ENSINO FUNDAMENTAL II ATRAVÉS DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO**. Aberta a sessão pelo presidente, coube a candidato, na forma regimental, expor o tema de sua dissertação, dentro do tempo regulamentar, em seguida a banca fez as arguições, o candidato respondeu e, após as deliberações na sessão secreta foi:

Aprovado, fazendo jus ao título de **Mestre em Ensino de Física**.

Reprovado

**Recomendações da Banca:**

MELHORAR OS OBJETIVOS

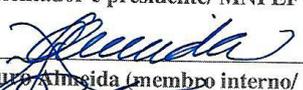
APRESENTAR MELHOR A INTRODUÇÃO

MELHORAR A ESTRUTURA DO TEXTO: PAGINAÇÃO

FAZER UMA REVISÃO GRAMATICAL

Santarém, 5 de dezembro de 2018

  
 Prof. Dr. Alex Cabral (orientador e presidente/ MNPEF - UFOPA)

  
 Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida (membro interno/ MNPEF - UFOPA)

  
 Prof. Dr. Elinei Pinto dos Santos (membro externo/ MNPEF - UFOPA)

**FÁBIO SARMENTO BLANDES**

**UMA PROPOSTA DO TEMA ENERGIA EÓLICA NO ENSINO  
FUNDAMENTAL II ATRAVÉS DE ENSINO POR  
INVESTIGAÇÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Oeste do Pará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Professor Dr. Alex Freitas de Junior Cabral

Santarém-Pa  
2018

**FÁBIO SARMENTO BLANDES**

**UMA PROPOSTA DO TEMA ENERGIA EÓLICA NO ENSINO  
FUNDAMENTAL II ATRAVÉS DE ENSINO POR  
INVESTIGAÇÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Oeste do Pará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 05 / 12 / 2018

Avaliada por:

---

Prof. Dr. Alex Junior de Freitas Cabral – Orientador - UFOPA

---

Prof. Dr. Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida – Avaliador interno - UFOPA

---

Prof. Dr. Elinei Pinto dos Santos – Avaliador externo - UFPA

## FICHA CATALOGRÁFICA

S586p Blandes, Fábio Sarmiento  
Uma Proposta do Tema Energia Eólica no Ensino Fundamental  
II através de Ensino por Investigação/ Fábio Sarmiento Brandes-  
Santarém-UFOPA/Pa, 2018.  
viii, 77 f.: il.;30cm

Orientador: Dr. Alex Freitas de Junior Cabral

Dissertação (mestrado) – UFOPA- Instituto de Física / Programa de  
Pós-Graduação em Ensino de Física, 2018.

Dedico esta dissertação a todos que contribuíram para este resultado.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço grandemente a Deus, por ter permitido a conclusão deste trabalho.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais Florêncio Garcia Blandes e Luzmarina Garcia Blandes.

À minha esposa Marinalva Cardoso Blandes e a minha filha Maria Luiza Cardoso Blandes, que sempre me apoiaram nos momentos difíceis do curso.

À CAPES, por ter depositado confiança em meu trabalho, através da concessão da bolsa para a manutenção dos estudos.

Ao meu orientador professor Dr. Alex Freitas de Junior Cabral, responsável pelas articulações associadas ao desenvolvimento deste projeto.

À Professora de ensino de Ciências Renata Marques, que cedeu a turma para a aplicação do produto.

A todos que, direta e indiretamente, estiveram presentes no decorrer desta jornada.

## RESUMO

Esta proposta consiste em um guia didático de apoio ao professor, voltado para o tema Energia Eólica no Ensino Fundamental II, através de Ensino por Investigação. Nele são apresentados os principais conceitos de vento e as suas mais importantes características. Além disso, é abordada a história do uso da Energia Eólica, desde os povos primitivos até os dias atuais, dando ênfase ao processo de geração de eletricidade. Também são destacadas as vantagens e as desvantagens da utilização do recurso eólico como fonte alternativa de energia. Esse material possui um conjunto de quatro experimentos simples, que podem ser montados utilizando recursos de fácil acesso e baixo valor financeiro. O trabalho encerra-se com a montagem de uma pequena maquete representando uma cidade abastecida por energia elétrica proveniente de uma usina eólica, uma vez que a visualização do objeto em estudo é fator determinante no processo ensino-aprendizagem.

**Palavras-chave:** Energia eólica, ensino de Física, ensino por investigação.

## **ABSTRACT**

This proposal consists of a didactic guide to support teachers, focused on the theme Wind Energy in Elementary Education II, through Inquiry Teaching. It presents the main concepts about wind and its most important characteristics. In addition, the history of the use of Wind Energy, from the primitive peoples to the present day, is addressed, emphasizing the process of electricity generation. Also, the advantages and disadvantages of using the wind resource as an alternative source of energy were highlighted. This material has a set of four simple experiments, which can be assembled by using easy access resources at a low cost. The work is concluded with the assembly of a small model representing a city supplied by electricity from a wind farm, since the visualization of the object under study is a determining factor in the teaching-learning process.

Keywords: Wind energy, Physics teaching, inquiry teaching.

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 2.1	-	Distribuição geral dos ventos.....	19
Figura 2.2	-	Anemômetros.....	21
Figura 2.3	-	Ar fluindo pela região de área A.....	22
Figura 2.4	-	Moinho de vento.....	24
Figura 2.5	-	Embarcação à vela.....	25
Figura 2.6	-	Usina eólica.....	25
Figura 2.7	-	Experimento de Oersted.....	27
Figura 2.8	-	Fenômeno da indução eletromagnética.....	27
Figura 2.9	-	Linhas de indução de campo magnético.....	28
Figura 2.10	-	Fluxo magnético.....	29
Figura 2.11	-	Fluxo de campo magnético através da área A.....	29
Figura 2.12	-	Gerador mecânico.....	31
Figura 2.13	-	Aerogerador.....	32
Figura 2.14	-	Turbinas eólicas de Poul la Couver e de Gedser.....	33
Figura 2.15	-	Turbinas eólicas de Darrieus e de NEG Micon.....	33
Figura 2.16	-	Sistema eólico.....	34
Figura 2.17	-	Potencial eólico brasileiro.....	36
Figura 2.18	-	O crescimento da energia eólica no mundo: 2001-2017.....	38
Figura 5.1	-	Professor andando entre as cadeiras dos alunos com o ventilador em suas mãos.....	69
Figura 5.2	-	Fitas de cetim alinhadas na direção do vento.....	70
Figura 5.3	-	Socialização das questões 1, 2 e 3.....	71
Figura 5.4	-	Motor elétrico e configuração motor elétrico lâmpada de árvore de natal.....	72
Figura 5.5	-	Produção de eletricidade a partir da força do vento.....	73
Figura 5.6	-	Convecção do cenário da maquete.....	74
Figura 5.7	-	Maquete de uma usina de energia eólica.....	74
Figura 5.8	-	Maquete da usina de Energia Eólica em funcionamento...	75
Figura 5.9	-	Experimento 1.....	76
Figura 5.10	-	Experimento 2.....	77

Figura 5.11	-	Experimento 3.....	78
Figura 5.12	-	Experimento 4.....	79
Figura 6.1	-	Organização das respostas referentes à questão 1.....	81
Figura 6.2	-	Organização das respostas referentes à questão 2.....	82
Figura 6.3	-	Organização das respostas referentes à questão 3.....	83
Figura 6.4	-	Organização das respostas referentes à questão 4.....	85
Figura 6.5	-	Organização das respostas referentes à questão 5.....	85
Figura 6.6	-	Organização das respostas referentes à questão 6.....	86
Figura 6.7	-	Organização das respostas referentes à questão 7.....	88
Figura 6.8	-	Organização das respostas referentes à questão 8.....	90
Figura 6.9	-	Distribuição das respostas dos alunos para a questão 1...	98
Figura 6.10	-	Distribuição das respostas dos alunos para a questão 2...	99
Figura 6.11	-	Distribuição das respostas dos alunos para a questão 3...	100
Figura 6.12	-	Distribuição das respostas dos alunos para a questão 4...	101
Figura 6.13	-	Distribuição das respostas dos alunos para a questão 5...	102
Figura 6.14	-	Distribuição das respostas dos alunos para a questão 6...	103
Figura 6.15	-	Distribuição das respostas dos alunos para a questão 7...	104
Figura 6.16	-	Distribuição das respostas dos alunos para a questão 8...	106

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2.</b>	<b>EVOLUÇÃO DA ENERGIA EÓLICA.....</b>	<b>18</b>
2.1	UM POUCO DA HISTÓRIA.....	18
2.2	A FONTE DE ENERGIA EÓLICA.....	19
2.3	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO VENTO.....	20
<b>2.3.1</b>	<b>Velocidade.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Potência.....</b>	<b>21</b>
2.4.	APLICABILIDADE DA ENERGIA EÓLICA.....	24
2.5	GERADOR ELÉTRICO.....	26
<b>2.5.1</b>	<b>Gerador mecânico.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5.2</b>	<b>Experiência de Hans Christian Oersted.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5.3</b>	<b>Fluxo magnético.....</b>	<b>28</b>
<b>2.5.4</b>	<b>Indução eletromagnética – a lei de Faraday.....</b>	<b>30</b>
2.6	AEROGERADORES.....	31
2.7	TURBINA EÓLICA.....	32
2.8	SISTEMA EÓLICO.....	34
2.9	VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ENERGIA EÓLICA.....	35
2.10	ENERGIA EÓLICA NO BRASIL.....	35
2.11	ENERGIA EÓLICA NO MUNDO.....	37
<b>3.</b>	<b>A FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL.....</b>	<b>40</b>
3.1	A DISCIPLINA FÍSICA E O ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL II.....	40
3.2	ENSINO DE FÍSICA NO 9º ANO.....	40
3.3	O LIVRO DIDÁTICO: HISTÓRIA E SEUS ELEMENTOS.....	47
3.4	EQUIPAMENTOS DIDÁTICOS NAS AULAS DE FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL.....	52
<b>4.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>55</b>
4.1	ENSINO POR INVESTIGAÇÃO.....	55
<b>5.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>62</b>
5.1	LOCAL DE APLICAÇÃO DO PRODUTO.....	62

5.2	DESCRIÇÃO DO PRODUTO.....	63
5.3	APLICAÇÕES DAS AULAS.....	63
5.4	PLANEJAMENTO DAS AULAS.....	65
5.4.1	<b>Planejamento da aula 1.....</b>	<b>66</b>
5.4.2	<b>Planejamento da aula 2.....</b>	<b>66</b>
5.4.3	<b>Planejamento das aulas 3 e 4.....</b>	<b>66</b>
5.4.4	<b>Planejamento da aula 5.....</b>	<b>66</b>
5.4.5	<b>Planejamento da aula 6.....</b>	<b>67</b>
5.4.6	<b>Planejamento das aulas 7 e 8.....</b>	<b>67</b>
5.4.7	<b>Planejamento da aula 9.....</b>	<b>67</b>
5.5	DESCRIPÇÃO DAS AULAS.....	68
5.5.1	<b>Aula 1.....</b>	<b>68</b>
5.5.2	<b>Aula 2.....</b>	<b>68</b>
5.5.3	<b>Aulas 3 e 4 .....</b>	<b>70</b>
5.5.4	<b>Aula 5.....</b>	<b>71</b>
5.5.5	<b>Aula 6.....</b>	<b>73</b>
5.5.6	<b>Aulas 7 e 8.....</b>	<b>73</b>
5.5.7	<b>Aula 9.....</b>	<b>75</b>
5.6	EXPERIMENTOS REALIZADOS.....	75
5.6.1	<b>Experimento 1.....</b>	<b>76</b>
5.6.2	<b>Experimento 2.....</b>	<b>77</b>
5.6.3	<b>Experimento 3.....</b>	<b>77</b>
5.6.4	<b>Experimento 4.....</b>	<b>79</b>
6.	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>80</b>
6.1	INTRODUÇÃO.....	80
6.2	ANÁLISE E DISCUSSÃO DO QUESTIONÁRIO.....	81
6.3	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS PROBLEMAS PROPOSTOS.....	91
6.3.1	<b>Discussão da questão 1 – o que é o vento? .....</b>	<b>91</b>
6.3.2	<b>Discussão da questão 2 – quais as principais características do vento? .....</b>	<b>92</b>
6.3.3	<b>Discussão da questão 3 – o que é a energia eólica e quais são as suas principais aplicabilidades? .....</b>	<b>93</b>
6.3.4	<b>Discussão da questão 4 – o que é um gerador elétrico? .....</b>	<b>94</b>

<b>6.3.5</b>	<b>Discussão da questão 5 – como ocorre o processo de geração de eletricidade por meio da utilização da energia eólica? .....</b>	<b>95</b>
<b>6.3.6</b>	<b>Discussão da questão 6 – quais as vantagens e desvantagem de usar a energia eólica como fonte alternativa de energia? ...</b>	<b>96</b>
6.4	RESULTADOS DA AVALIAÇÃO.....	97
6.5	EVIDÊNCIAS DE APRENDIZAGEM.....	107
6.6	MOTIVAÇÃO DOS ALUNOS.....	108
6.7	DIFICULDADES ENCONTRADAS.....	108
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>109</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>111</b>
	<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>115</b>
	<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>118</b>
	<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>119</b>
	<b>PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>122</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A experiência adquirida ao longo dos anos em sala de aula atuando como professor de Física na educação básica em especial no ensino médio permite-me observar que o ensino de Física caracterizado pela exploração exclusiva dos conteúdos programáticos apresentados nos livros didáticos disponíveis para as séries nesta etapa de ensino contribuem para a formação deficiente dos alunos nesta disciplina, uma vez que tais conteúdos são delimitados, sendo apresentados apenas os conceitos mais essenciais dos assuntos a serem explorados. Neste sentido, faz-se necessária a inserção de materiais didáticos que apresentem estratégias de ensino inovadoras em relação às existentes, não para substituí-las, mas para auxiliar o trabalho docente a ser produtivo, tanto para professores como para alunos.

Observa-se também que a utilização de atividades experimentais voltadas para o ensino de Física em sala de aula favorece a assimilação dos conceitos apresentados nos livros didáticos, haja vista que a experimentação proporciona ao aluno uma visão mais ampla do objeto em estudo, facilitando, dessa forma, o melhor entendimento acerca dos fenômenos da natureza envolvidos nesse processo.

Segundo Silva (2015), o ensino de Física no Brasil inicia-se obrigatoriamente no 1º Ano do Ensino Médio, porém no Ensino Fundamental II, nas turmas do 9º Ano, são introduzidos os primeiros conceitos presentes nesta disciplina, uma vez que o objetivo está voltado para introdução de conteúdo. Acredita-se que este seja o motivo pelo qual os materiais didáticos utilizados pelos professores de Ciências nesta etapa da educação básica apresentem-se de forma bastante resumida.

No sentido de contribuir para que essa realidade se reverta, este trabalho está voltado para o ensino de Física no Ensino Fundamental II, abordando o tema Energia Eólica, explorando os seus principais conceitos através de ensino por investigação e apresentando como estratégia investigativa a experimentação. O material didático produzido visa nortear o docente na condução de uma aula experimental por investigação, promovendo, assim, uma maior interação entre professor-aluno e aluno-aluno e, por conseguinte, aumentar a motivação da classe para estudar os conteúdos de introdução à Física.

Diante disso, trabalhar com uma metodologia diferenciada e dialética no processo de ensino-aprendizagem possibilita e contribui significativamente para desenvolver as competências necessárias à construção do pensamento científico do

educando, além de promover maior interação e uma boa relação entre professores e alunos. Da mesma forma, evidencia-se que as práticas docentes diferenciadas em sala de aula como, por exemplo, o uso de novas metodologias que são responsáveis, em alguns casos, pela motivação extra do educando, aumenta expressivamente a sua frequência escolar, melhorando o seu rendimento.

Assim, o objetivo geral deste trabalho consiste em abordar o tema Energia Eólica no Ensino Fundamental II através do ensino por investigação aliado às atividades experimentais, e um dos objetivos específicos visa a explorar os conceitos presentes no tema proposto, dando ênfase ao processo de produção de eletricidade a partir da força do vento.

Para melhor entendimento dos leitores, o trabalho está dividido de forma simples e prática, em capítulos, sempre procurando articular os temas que possuem ligação direta com os experimentos a serem desenvolvidos e com a sua metodologia de aplicação.

Inicialmente, é introduzida uma visão geral do trabalho desenvolvido dando ênfase às observações feitas pelo autor referentes ao ensino de Física na educação básica.

O segundo capítulo, intitulado “Evolução da Energia Eólica”, apresenta subtítulos trabalhando especificamente a evolução da energia eólica, a energia eólica como fonte alternativa de energia, as principais características do vento (a velocidade, potência e sua aplicabilidade).

O terceiro capítulo faz uma análise do trabalho com a Física no Ensino Fundamental II, dando ênfase ao livro didático e recursos metodológicos para o 9º Ano.

O quarto capítulo aborda a fundamentação teórica, tendo como destaque o Ensino por Investigação.

O quinto capítulo aborda a metodologia desenvolvida na construção e aplicação deste trabalho. Nele destacam-se as informações referentes à escola utilizada como universo de pesquisa e aplicação do produto, assim como a descrição do produto, os planejamentos das aulas, dos experimentos e o processo de montagem de uma maquete representando uma cidade abastecida por uma usina eólica.

O sexto capítulo destaca-se por apresentar os resultados e as discussões referentes à aplicação deste trabalho. Além disso, faz-se uma abordagem sobre o desenvolvimento das aulas e das observações realizadas durante o processo de

socialização das atividades realizadas em sala de aula, as evidências de aprendizagens, a motivação dos alunos e as dificuldades encontradas ao longo da pesquisa.

As considerações finais fazem uma abordagem geral das atividades desenvolvidas em sala de aula referentes à aplicação do produto, dando ênfase aos objetivos propostos e alcançados, assim como às contribuições no processo ensino-aprendizagem em virtude da metodologia inovadora empregada durante as práticas docentes.

## 2. EVOLUÇÃO DA ENERGIA EÓLICA

Conforme Pícolo e Rampielli (2014), o vento consiste no deslocamento de massas de ar, trazendo consigo energia com um grande potencial para ser utilizada na geração de eletricidade. Esse ramo de geração de energia elétrica está se expandindo amplamente nos últimos anos, por ser uma energia limpa e abundante, e também por já apresentar um custo de geração viável a ponto de ser inserido na matriz energética brasileira. Diante disso, neste capítulo, será visto um pouco mais sobre a história da energia eólica, sua fonte e suas características.

### 2.1. UM POUCO DA HISTÓRIA

O estudo da física que contempla a energia eólica passa por temas como a formação dos ventos, energia mecânica produzida pelo vento, a transmissão dessa energia e a sua transformação em energia elétrica.

Nessa perspectiva histórica, há registros de notáveis influências dos estudos físicos para facilitar a vida do homem ano após ano, conforme o paralelo estabelecido entre as citações abaixo:

Os primeiros aproveitamentos da força dos ventos pelo homem têm data bastante imprecisa, mas, certamente, ocorreram há milhares de anos, no Oriente. Eram provavelmente máquinas que utilizavam a força aerodinâmica de arrasto, sobre placas ou velas, para produzir trabalho. Estima-se que a partir da Idade Média o homem passou a utilizar em maior escala as forças aerodinâmicas de sustentação, permitindo as grandes navegações e também maior eficiência às máquinas eólicas. (AMARANTE; ZACK; SÁ, 2001, p. 13).

Nos dias atuais a energia eólica é utilizada para a produção de energia elétrica em vários países do mundo. Essa modalidade de energia encontra-se presente no vento, e também pode ser utilizada para realizar trabalho mecânico. “O termo eólico vem do latim *aeolicus*, pertencente ou relativo a *Eólo*, Deus dos ventos na mitologia grega.” (RODRIGUES; GUERRA; YOUSSEF, 2011, p. 8).

Em face do posicionamento desses autores, evidencia-se a evolução que os fenômenos físicos em referência vêm sofrendo com o passar do tempo, oferecendo ao homem maiores possibilidades de explorá-los de forma mais eficiente e eficaz nas diversas atividades que pressupõem sua utilização.

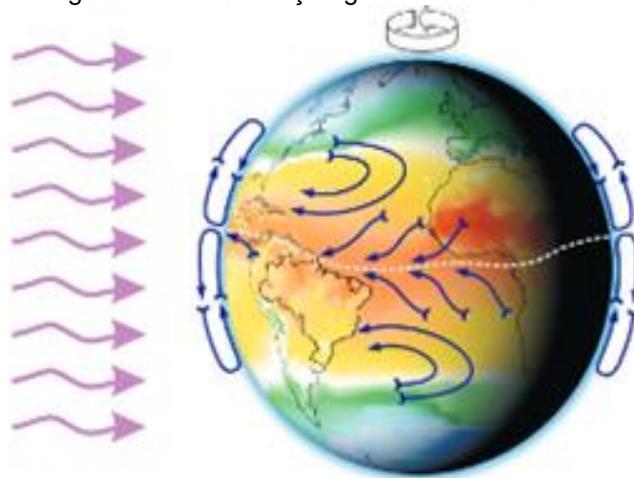
## 2.2. A FONTE DE ENERGIA EÓLICA

De acordo com Pico e Rampielli (2014), a obtenção de energia elétrica a partir do vento possui muitos benefícios, sendo que o funcionamento desse sistema envolve diversos conteúdos fundamentais da física. Os princípios básicos para esse processo se relacionam intimamente com grandes temas estudados pela física, os quais podem servir como um auxílio para o estudo desse conteúdo.

O combustível do sistema de energia eólica é o vento, movimento do ar na atmosfera terrestre. Esse movimento do ar é gerado principalmente pelo aquecimento da superfície da Terra nas regiões próximas ao equador e pelo resfriamento nas regiões próximas aos polos. Dessa forma, os ventos das superfícies frias circulam dos polos em direção ao equador para substituir o ar quente tropical que, por sua vez, desloca-se para os polos. (LOPEZ, 2012, p.23).

A Terra possui um invólucro de ar chamado de atmosfera que se move sobre a sua superfície. Este deslocamento atmosférico é chamado de vento. Trata-se de um fenômeno natural que ocorre devido à diferença de pressão entre as massas de ar presentes na borda do planeta. É uma força invisível que se move sobre a Terra praticamente despercebida moldando tudo ao seu redor. Esta força contribui para as mudanças no clima e nos cenários naturais do mundo. O deslocamento do vento ao longo do globo terrestre está ilustrado na figura 2.1.

Figura 2.1 – Distribuição geral dos ventos



Fonte: (AMARANTE; ZACK; SÁ, 2001, p. 23)

A distribuição não uniforme da radiação solar é cerca de  $1,39 \text{ kw/m}^2$ , na superfície do planeta somado com o seu movimento de rotação responsável pelas variações sazonais, na sua intensidade e direção, bem como a topografia do local são fatores que influenciam de maneira significativa na formação do vento. Parte da energia absorvida pela Terra é parcialmente transferida à atmosfera por condução ou por convecção.

Para Lopes (2012), o aquecimento diferenciado da atmosfera provoca gradientes de pressão atmosférica que são responsáveis pelo movimento das massas de ar. As rajadas de vento não são constantes em todas as regiões do globo terrestre. As intensidades do vento variam de acordo com o local. Existem regiões em que os ventos nunca cessam de “soprar”.

Esses ventos podem ser classificados como: Alísios, Contra-alísios, Ventos do Oeste e Polares. Os ventos Alísios sopram dos trópicos para o equador, em baixas altitudes; os Contra-alísios sopram do equador para os polos, em altas altitudes; os Ventos do oeste sopram dos trópicos para os polos e os Polares, que são ventos frios, sopram dos polos para as zonas temperadas.

## 2.3. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO VENTO

### 2.3.1. Velocidade

Conforme Lopes (2012), a velocidade é a característica mais notória que o vento possui. É utilizada para estimar o cálculo de potência e a quantidade de energia disponível para projetos de energia eólica, sendo que esta velocidade do vento é influenciada pela topografia da região, rugosidade do local e da altura que sopra o vento.

A classificação do vento encontra-se descrita conforme a tabela 1, obedecendo aos parâmetros como: escala, denominação, velocidade e avaliação, pois, nos projetos de energia eólica, conhecer esse recurso é fator determinante para a sua exploração, considerando que tal classificação fornece informações que podem ser utilizadas para este fim.

**Tabela 1 – Classificação do vento**

Escala	Denominação	Velocidade	Avaliação do vento em terra.
0	Calmo	1,44 Km/h	Não se nota nenhum movimento nos galhos das árvores.
1	Quase calmo	1.8 - 5.4 Km/h	A direção da fumaça sofre um pequeno desvio.
2	Brisa leve	6 - 12 Km/h	As folhas são levemente agitadas.
3	Vento fresco	13 - 20 Km/h	As folhas ficam em agitação contínua.
4	Vento moderado	20.6 - 29 Km/h	Poeira e pedaços de madeira são levantados.
5	Vento regular	29 - 39 Km/h	As árvores pequenas começam oscilar.
6	Vento meio Forte	41 - 50 Km/h	Galhos maiores ficam agitados.
7	Vento forte	50 - 60 Km/h	Torna-se difícil andar contra o vento.
8	Vento muito forte	61 - 73 Km/h	Fica impossível andar contra o vento.
9	Ventania	74 - 86 Km/h	Telhas podem ser arrancadas.
10	Vendaval	88 - 100 Km/h	Árvores são derrubadas.
11	Furacão	298 - 450 Km/h	Produzem efeitos devastadores.

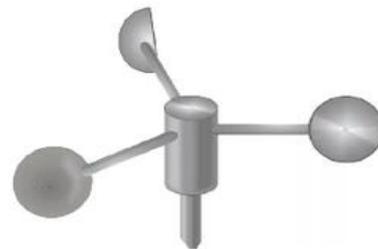
Fonte: Adaptado (RODRIGUES; GUERRA; YOUSSEF, 2011)

Vale destacar que, para determinar a velocidade e a direção do vento, é utilizado um aparelho chamado de anemômetro. Este dispositivo pode ser encontrado no formato digital ou analógico. A figura 2.2 ilustra de forma simplificada dois anemômetros um no formato digital e outro no formato analógico.

Figura 2.2 – Anemômetros



Anemômetro digital de bolso



Anemômetro analógico de torre

Fonte: (RODRIGUES; GUERRA; YOUSSEF, 2011)

### 2.3.2. Potência

De acordo com a teoria de Lopez (2012), potência do vento é um fator determinante para as análises de projetos eólicos. Para determinar a potência disponível pelo vento, considere a situação proposta a seguir. Uma certa quantidade de ar de massa  $m$  e massa específica  $\rho$  é deslocada com velocidade  $v$  por uma região de seção transversal de área  $A$ , como mostra a figura 2.3.

Figura 2.3 – Ar fluindo pela região de área A



Fonte: Adaptado (LOPEZ, 2012)

Nessas condições é assumido que a energia cinética, a massa específica e a potência média conforme Doca, Biscuola e Bôas (2001), são estabelecidas pelas formulas, respectivamente, (1), (2) e (3), destacadas:

$$E_C = \frac{m.v^2}{2} \quad (1)$$

Sendo:

$E_C$  = energia cinética [J];  $m$  = massa de ar [kg] e  $v$  = velocidade do vento [m/s].

$$\rho = \frac{m}{V_{ol}} \quad (2)$$

Onde:

$\rho$  = massa específica do ar [Kg/m<sup>3</sup>] e  $V_{ol}$  = volume de ar [m<sup>3</sup>].

$$P_{ot} = \frac{E}{\Delta t} \quad (3)$$

Em que:

$P_{ot}$  = potência disponível no vento [W];  $E$  = energia [J] e  $\Delta t$  = intervalo de tempo [s].

Substituindo a equação 2 na equação 1, temos:

$$E_C = \frac{\rho.V_{ol}.v^2}{2} \quad (4)$$

A equação 4 na equação 3, temos:

$$P_{ot} = \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2} \quad (5)$$

Sendo:

$A$  = área da seção transversal [ $m^2$ ].

A equação 5 pode ser utilizada para estimar o valor da potência disponível no vento. Ela mostra que a potência é proporcional a massa específica do ar, a área da seção transversal que escoar o vento e a velocidade do vento ao cubo. Com isso, observa-se que pequenas variações na velocidade do vento implicam em variações ao cubo na potência.

Segundo Lopez (2012), a massa específica do ar é dependente da temperatura ambiente e da pressão atmosférica, o seu valor pode ser determinado pela equação 6.

$$\rho = \frac{P_a}{R \cdot T} \quad (6)$$

Onde:

$P_a$  = pressão atmosférica do ar [Pa];  $R$  = Constante do ar [287 J/kgK] e  $T$  = temperatura ambiente [K].

Como a temperatura ambiente e a pressão atmosférica são influenciadas pela altitude, o cálculo da massa específica do ar de acordo com Lopes (2012) pode ser determinado utilizando a equação 7.

$$\rho = \frac{353,4 \left(1 - \frac{H}{45271}\right)^{5,2624}}{273,15 + T} \quad (7)$$

De modo que:

$H$  = altitude do local [m] e  $T$  = temperatura ambiente [°C].

## 2.4. APLICABILIDADE DA ENERGIA EÓLICA

O primeiro registro histórico de utilização deste tipo de energia foi em 200 a.C na Pérsia, conforme os estudos realizados por Lopez (2012). Os cata-ventos e os moinhos de vento construídos na época apresentavam um eixo vertical e a roda das pás horizontal, sistema pouco eficiente, eram usados para bombeamento de água e moagem de grãos.

Diante disto, pode-se falar que estes instrumentos rústicos já eram utilizados na China 2000 a.C e no Império Babilônico 1700 a.C para irrigação. Na Europa, os primeiros moinhos surgiram no século XII na França e Inglaterra, apresentando algumas modificações em sua estrutura. Essas novas ferramentas dispunham de um eixo horizontal e a roda das pás vertical.

Essas mudanças garantiram mais eficiência ao trabalho desenvolvido. Na Holanda, entre os séculos XVII e XIX, os moinhos de vento eram usados para drenar terras cobertas pela água. Com o advento da Revolução Industrial no século XIX, esses equipamentos foram praticamente estancados. (LOPEZ, 2012). A figura 2.4 mostra um moinho de vento utilizado para realizar trabalho.

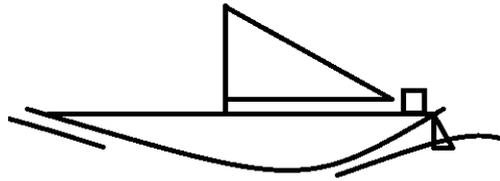
Figura 2.4 – Moinho de vento



Fonte: (RODRIGUES; GUERRA; YOUSSEF, 2011, p. 8)

Outra aplicação importante ocorreu com a utilização das embarcações à vela. Este tipo de transporte utiliza a força do vento como combustível para se deslocar. No início da civilização, conforme Lopez (2012), este meio de transporte foi muito utilizado pelos povos primitivos. Nos dias atuais, ainda é possível encontrar meios de transportes que se deslocam utilizando a força do vento. O que vem sendo demonstrado na figura 5 ilustra um meio de transporte movido à vela.

Figura 2.5 – Embarcação à vela



Fonte: Própria (2017)

A aplicação mais recente deste recurso natural ocorre por meio da produção de eletricidade. Nações do mundo todo enfrentam grandes desafios de produzirem energia sem grandes impactos ambientais e de forma segura. De acordo com Silva (2015), a energia eólica surge como principal alternativa em substituição às energias tradicionais. Esta forma de energia está presente nos ventos e com a ajuda de aerogeradores é convertida em eletricidade. O potencial energético deste recurso é abundante e a sua renovação ocorre com a formação dos ventos.

O aproveitamento da energia dos ventos para a geração de eletricidade ocorre pela conversão de parte da energia cinética, disponível no ar em movimento, através da redução de sua velocidade quando passa pelas pás do aerogerador. O contato do vento com as pás faz surgir força de sustentação e de arrasto, realizando, assim, trabalho. (SILVA, 2015, p. 146).

O processo de exploração deste recurso para fins de geração de energia elétrica envolve vários fatores, entre eles, a velocidade e a potência disponível no vento. As grandes usinas eólicas são construídas em regiões do globo terrestre que apresentam abundância em ventos. De modo geral, elas estão concentradas em regiões litorâneas onde a qualidade do vento é muito boa. A figura 2.6, mostra de forma simplificada uma usina eólica.

Figura 2.6 – Usina eólica



Fonte: (RODRIGUES; GUERRA; YOUSSEF, 2011)

## 2.5. GERADOR ELÉTRICO

Conforme Doca, Biscuola e Bôas (2001), a energia total do universo é constante, podendo haver apenas transformações de certas modalidades em outras. De acordo com esse contexto, pode-se afirmar que o dispositivo responsável por transformar a energia é chamado de gerador. “Gerador é um aparelho que transforma em energia elétrica qualquer outro tipo de energia.” (PARANÁ, 1999, p.190).

Em termos de energia eólica, os geradores utilizados são os aerogeradores, definidos como aparelhos que produzem eletricidade por meio da ação do vento. Em seu interior, há um gerador mecânico que faz o trabalho de conversão da energia por meio da indução eletromagnética.

### 2.5.1. Gerador mecânico

Conforme o Portal Energia (2018), o gerador mecânico é o tipo mais comum, eficiente e variado entre todos os tipos de geradores de energia. Eles utilizam energia mecânica para ativar o gerador e produzir energia elétrica. A fonte desta energia mecânica pode ser extremamente variada. Pode funcionar através de combustão, com combustíveis fósseis ou orgânicos, de forças externas, como é o caso do vento ou da água, ou de fluidos aquecidos, cujo vapor gera o movimento mecânico necessário para a atividade.

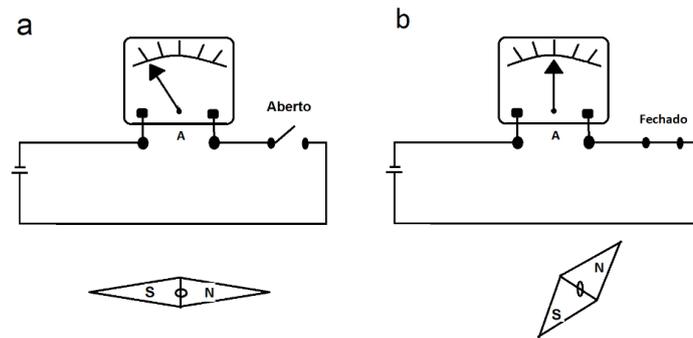
Entender o processo de funcionamento do gerador mecânico exige conhecer alguns conceitos do eletromagnetismo. A seguir são apresentados alguns destes conceitos.

### 2.5.2. Experiência de Hans Christian Oersted

A experiência realizada por Hans Christian Oersted, de acordo com Luz e Alvarenga (2012), em meados do ano de 1820, mostrou que uma agulha magnética era desviada ao ser colocada próxima de um fio condutor quando percorrido por uma corrente elétrica. Este experimento provou que efeitos elétricos produzem efeitos magnéticos.

Mais tarde, no ano de 1830, o físico experimental Michael Faraday observou que efeitos magnéticos produziam corrente elétrica, o que será detalhado na figura 2.7, que ilustra a representação do experimento de Oersted.

Figura 2.7 – Experimento de Oersted

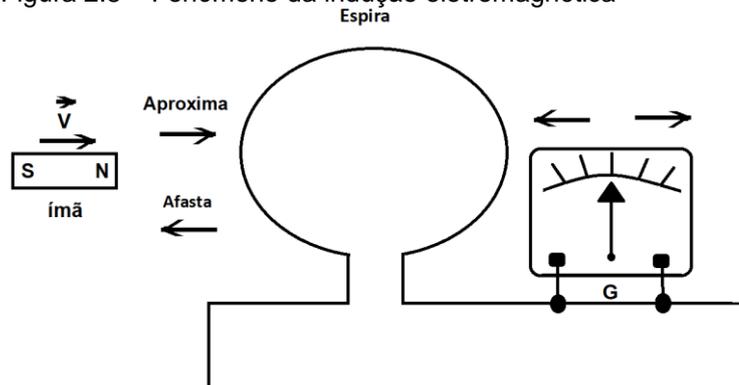


Fonte: Própria (2017)

Na figura 2.7a, o circuito está aberto, com isso, o amperímetro não indica a passagem de corrente elétrica no circuito. O ponteiro da agulha magnética orienta-se livremente na direção norte-sul. Na figura 2.7b, o amperímetro está indicando a passagem de corrente elétrica, pois, o circuito está fechado. Neste caso, observa-se que o ponteiro da agulha magnética está orientado numa direção tendendo  $90^\circ$  em relação ao fio condutor. Ao abrir o circuito elétrico, o ponteiro da agulha passa a se orientar livremente na direção norte-sul.

A descoberta de Faraday revolucionou a indústria de geração de eletricidade. A partir de então, novas técnicas foram desenvolvidas e as formas de produção de energia elétrica se tornaram cada vez mais eficientes. A figura 2.8 ilustra a representação do fenômeno da indução eletromagnética.

Figura 2.8 – Fenômeno da indução eletromagnética



Fonte: Própria (2017)

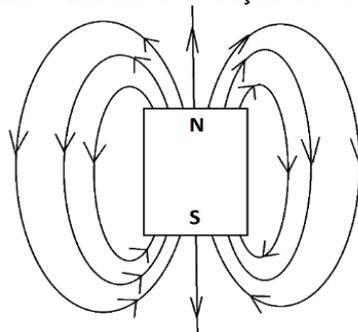
A partir da figura 2.8, verifica-se que quando o ímã se aproxima da espira, o ponteiro do galvanômetro deflete num sentido; quando se afasta, o ponteiro deflete no outro sentido. Isto mostra que a variação do fluxo magnético, através da espira, induz o aparecimento de uma corrente elétrica no circuito.

### 2.5.3. Fluxo magnético

“A noção de fluxo magnético exige compreender o conceito de campo magnético. O conceito de campo magnético foi criado por Michael Faraday para explicar o fenômeno da ação a distância.” (Gaspar, 2002, p 31).

Além desta concepção apresentada por Gaspar, os autores Luz e Alvarenga (2012) definem o campo magnético como uma região do espaço ao redor de um ímã, que produz forças de origem magnéticas em uma agulha magnética presente nesta região. A forma de representar este campo ocorre por meio de um conjunto de linhas de forças traçadas nesta região denominadas linhas de indução de campo magnético. Essas linhas são utilizadas para visualizar o campo magnético. A figura 2.9 mostra a representação das linhas de indução de campo magnético.

Figura 2.9 – Linhas de indução de campo magnético



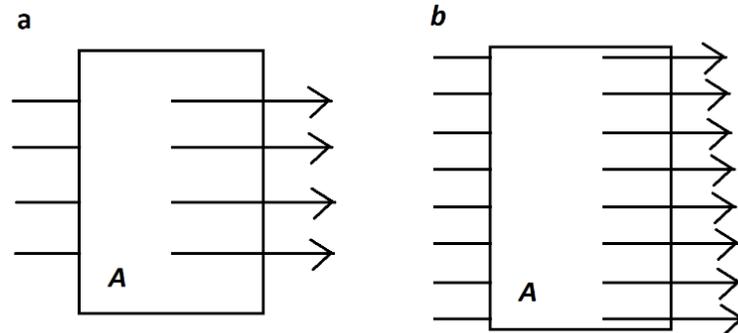
Fonte: Própria (2017)

Conforme a figura em referência, nota-se que as linhas de indução de campo magnético saem do polo norte magnético e entram no polo sul magnético do ímã. Nas regiões dos polos norte e sul, as linhas de indução são mais concentradas, logo, nessas regiões, o campo magnético é mais intenso.

Segundo Gaspar (2002), o fluxo está relacionado ao número de linhas de campo magnético que atravessa determinada superfície de área  $A$ . A figura 2.10

mostra a representação das linhas de indução magnética atravessando duas regiões que apresentam a mesma área.

Figura 2.10 – Fluxo magnético

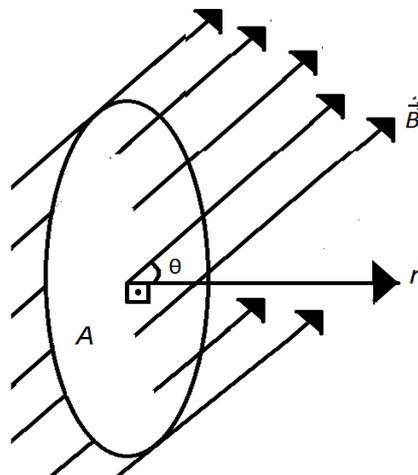


Fonte: Própria (2017)

Nessa configuração, fica evidente que na região onde há maior concentração de linhas de indução (figura 2.10b), maior será a intensidade de fluxo. Com isso, o fluxo magnético, através de uma superfície, é proporcional ao número de linhas de indução que passam por ela. Nessa perspectiva, Gaspar (2002) traz uma definição geral de fluxo que exige recursos de cálculo avançado, mas é possível defini-lo de forma simplificada desde que o vetor campo magnético seja constante e a superfície seja plana.

A figura 2.11 ilustra as linhas de campo magnético atravessando uma superfície de área  $A$  formando um ângulo  $\theta$  em relação a normal  $n$ .

Figura 2.11 – Fluxo de campo magnético através da área  $A$



Fonte: Própria (2017)

Segundo Gaspar (2002), o fluxo de campo magnético pode ser calculado por:

$$\Phi_B = BA \cdot \cos \theta \quad (8)$$

Onde:

$\Phi_B$  = fluxo magnético [Wb];  $B$  = módulo do vetor campo magnético [T];  $A$  = área da superfície atravessada pelas linhas de campo [m<sup>2</sup>] e  $\theta$  = ângulo entre o segmento normal e o vetor campo magnético.

#### 2.5.4. Indução eletromagnética – a lei de Faraday

Segundo os autores Luiz e Alvarenga (2012), Faraday observou, através de inúmeros experimentos, que os efeitos magnéticos induziam o aparecimento de correntes elétricas em um circuito elétrico e que esta corrente estava relacionada com a variação de fluxo magnético neste circuito.

Para Gaspar (2002), a força eletromotriz ( $\varepsilon$ ) induzida numa espira é diretamente proporcional à variação do fluxo magnético ( $\Phi_B$ ) que atravessa uma superfície de área  $A$ , e inversamente proporcional ao intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) em que essa variação ocorre. Matematicamente, a lei de Faraday pode ser descrita como:

$$\varepsilon = - \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} \quad (9)$$

Em que:

$\varepsilon$  = força eletromotriz induzida [V] e  $\Delta t$  = intervalo de tempo [s].

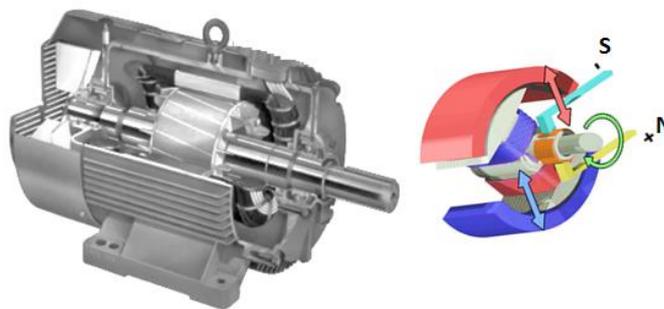
Se houver  $N$  espiras idênticas formando uma bobina plana, o fluxo total será dado por  $N\Delta\Phi_B$ .

O sinal negativo presente na equação 9 é utilizado para identificar o sentido em que a força eletromotriz induzida atua, determinando o sentido da corrente elétrica induzida. Esse sentido resulta em outra lei que completa a de Faraday, conhecida como lei de Lenz.

Nesse sentido, Gaspar (2002, p. 247) afirma que: “A corrente elétrica induzida num circuito gera um campo magnético que se opõe à variação do fluxo magnético que induz essa corrente”. Esse enunciado é conhecido como lei de Lenz, que derivada do princípio da conservação da energia.

De acordo com os conceitos apresentados, o princípio físico que faz um gerador mecânico produzir eletricidade é a variação do fluxo magnético em seu interior. A figura 2.12 ilustra um gerador mecânico.

Figura 2.12 – Gerador mecânico



Fonte: (ALINE ASSIS, 2015)

Basicamente, este aparelho mecânico é constituído de um ímã fixo e por uma espira colocada entre os polos desse ímã. A conexão da espira com o circuito que ele vai alimentar é feita por meio de escovas, que fazem contato com os anéis ligados às extremidades da espira. A espira está imersa em um campo magnético e quando entra em rotação, o fluxo magnético varia através dela.

A variação desse fluxo cria uma corrente induzida na espira, que, através das escovas, passa para o circuito externo. Com a rotação da espira continuada, o fluxo magnético aumenta e diminui, assim, o sentido da corrente induzida será invertido periodicamente. Esse tipo de corrente elétrica é chamado de corrente alternada. Os dispositivos que produzem essa espécie de corrente são chamados de geradores de corrente alternada ou alternadores (LUZ; ALVARENGA, 2012).

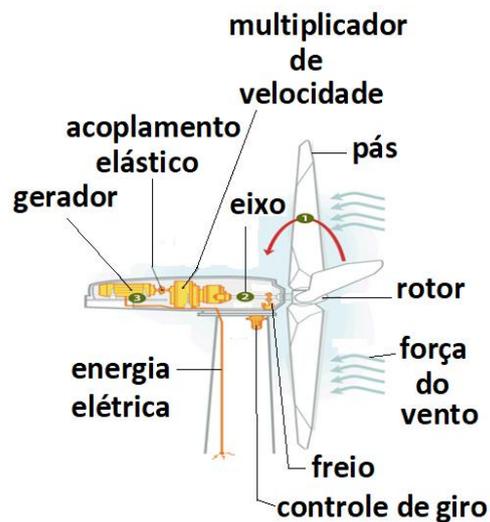
## 2.6. AEROGERADORES

Aerogeradores são equipamento para produção de energia a partir da energia cinética do vento. Seus principais componentes são a turbina eólica e o gerador, mas também incluem outros equipamentos, dispositivos e sistemas. A turbina eólica acionada pelo vento transmite energia mecânica ao eixo que, por sua vez, movimenta o gerador. O gerador elétrico converte a energia

mecânica em energia elétrica por meio da conversão eletromagnética. (LOPEZ, 2012, p. 115).

A figura 2.13 ilustra de forma simplificada um aerogerador identificando os seus principais elementos. O processo de produção de eletricidade ocorre quando o vento incide sobre as pás do aerogerador que, ao se movimentar, converte a energia cinética de translação do vento em potência mecânica no eixo do cata-vento. Essa potência é transmitida ao gerador, que, por meio de um processo de conversão eletromagnética, produz energia elétrica.

Figura 2.13 – Aerogerador



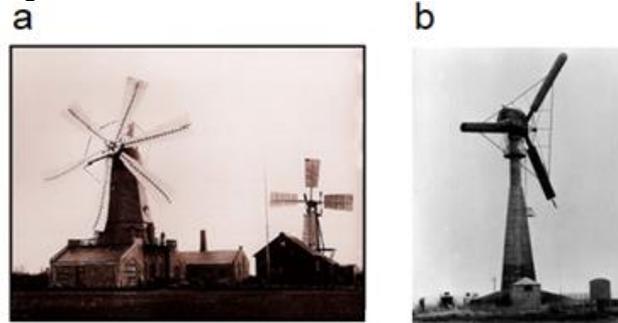
Fonte: (RODRIGUES; GUERRA; YOUSSEF, 2011)

## 2.7. TURBINA EÓLICA

Segundo Lopez (2012), a primeira turbina eólica operada automaticamente para geração de energia elétrica foi construída por Charles Brush em 1888. Essa turbina possuía 144 pás de madeira e a capacidade do gerador era de 12 kW.

Poul la Couver (1846-1908) descobriu que turbinas com menos pás, representadas na figura 2.14a, são mais rápidas e mais eficientes para a produção de eletricidade. Na década de 1980, Christian Riisager construiu uma turbina, representada na figura 2.14b, cuja capacidade era de 22 kW. Esse modelo foi baseado na turbina de Gedser. A figura 2.14 mostra as imagens das turbinas de Poul la Couver e de Gedser.

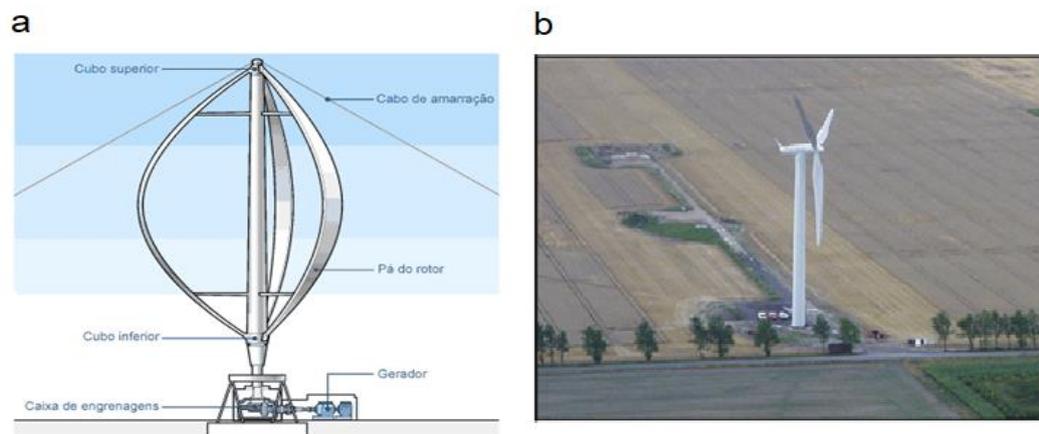
Figura 2.14 – Turbinas eólicas de Poul la Couver e de Gedser



Fonte: (LOPEZ, 2012)

Na mesma década surgiu a máquina Darrieus, turbina eólica de eixo vertical, figura 2.15a. Em 1999 foi desenvolvida a turbina NEG Micon de 2,2 MW, figura 2.15b. Essas turbinas são mostradas na figura 2.15.

Figura 2.15 - Turbinas eólicas de Darrieus e de NEG Micon



Fonte: (LOPES, 2012)

Segundo Lopes (2012), para determinar a potência de uma turbina eólica, pode ser utilizada a seguinte equação 10.

$$P_t = \frac{C_p \rho \cdot A \cdot v^3}{2} \quad (10)$$

Onde:

$P_t$  = potência da turbina eólica [W] e  $C_P$  = coeficiente de potência [adimensional].

Em condições ideais, segundo Lopes (2012), a potência máxima extraída do vento por uma turbina eólica ideal pode ser calculada pela equação 11.

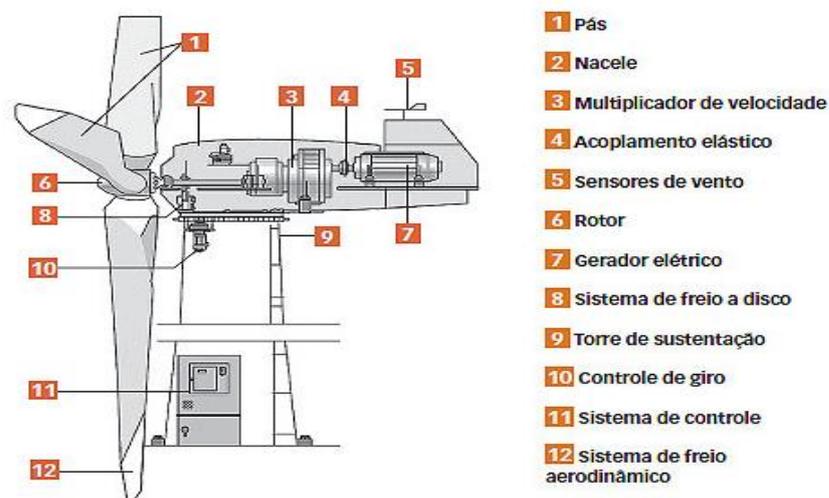
$$P_{tm\acute{a}x} = \frac{16}{27} \rho \quad (11)$$

Em condições ideais o valor máximo teórico da energia contida no fluxo de ar que pode ser extraída por uma turbina eólica é de aproximadamente 59,3%; a esse percentual dá-se o nome de coeficiente de potência ( $C_p$ ). Sob condições reais, o coeficiente de potência alcança não mais do que 50%, porque inclui todas as perdas aerodinâmicas do aerogerador (RODRIGUES; GUERRA; YOUSSEF, 2001, p. 14).

## 2.8. SISTEMA EÓLICO

Para os autores Rodrigues, Guerra e Youssef (2001), um sistema eólico é constituído por vários componentes que devem trabalhar em harmonia, de forma a propiciar um maior rendimento final. Esse sistema é constituído pelos seguintes elementos: vento; rotor; transmissão e caixa multiplicadora; gerador elétrico; mecanismo de controle; torre; transformador e acessórios. A figura 2.16 mostra, de forma simplificada, um sistema eólico utilizado para geração de eletricidade.

Figura 2.16 – Sistema eólico



Fonte: (BRUNA STAVISS, 2011)

## 2.9. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ENERGIA EÓLICA

O consumo de energia elétrica no mundo vem crescendo como nunca antes em toda a história. A cada dia que passa, novas pesquisas vêm sendo realizadas com propósito de encontrar alternativas para suprir esta demanda no aumento de consumo de energia elétrica.

De modo geral, todo processo de produção de energia elétrica agride o meio ambiente. No caso da energia eólica não é diferente, porém, as agressões comparadas com as demais formas de produção são menores. Para melhor compreensão, as vantagens e desvantagens em explorar essa forma de energia são apresentadas a seguir.

De acordo com Rodrigues, Guerra e Youssef (2011), as vantagens em explorar a energia eólica são: i) é uma fonte de energia segura e renovável; ii) não causa danos ao meio ambiente; quando comparada com as outras fontes de geração de energia; iii) ocupa pequenas áreas; iv) gera grande quantidade de energia elétrica; v) a área pode ser utilizada para agricultura e pecuária e vi) gasta pouco tempo de construção.

As desvantagens são: i) poluição sonora; ii) interferência em sistemas de telecomunicações (interferências eletromagnéticas); iii) considerável efeito visual e paisagístico; iv) efeito de sombras em movimento e v) mortalidade de aves em zonas de imigração causada pelas pás em movimento.

## 2.10. ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

O Brasil tem a maior parte de sua energia elétrica gerada por fontes renováveis, em torno de 70% por hidrelétricas, 4% por biomassa e 0,2% por ventos. Uma das grandes vantagens da geração de eletricidade por meios do vento, no Brasil, é que ela pode servir como fonte complementar à modalidade hidrelétrica (LOPEZ, 2012).

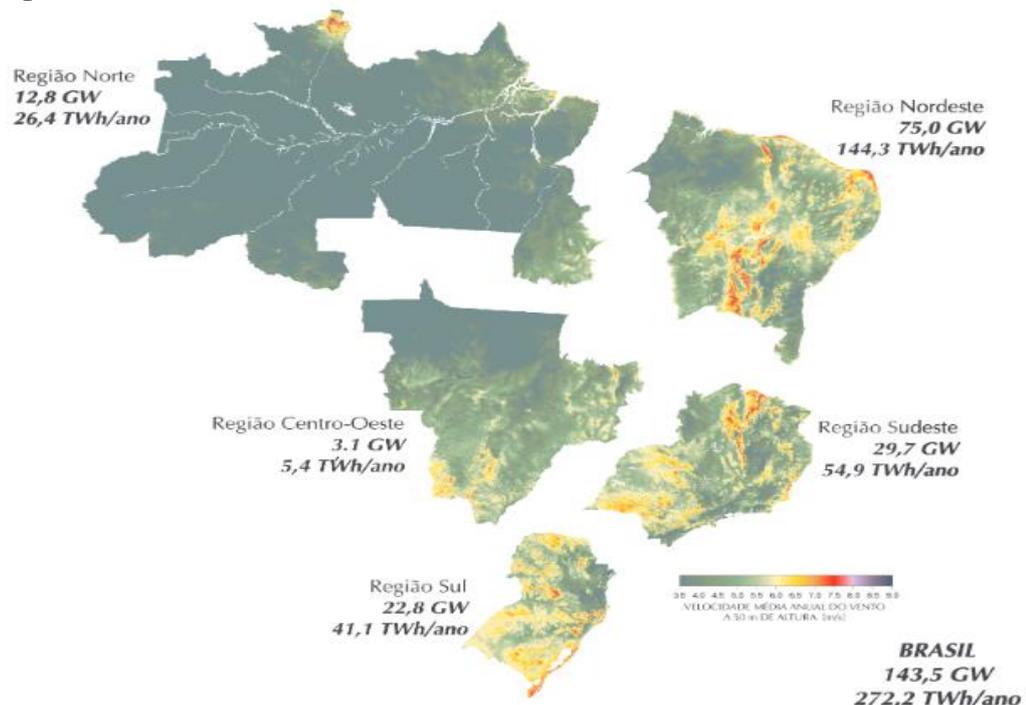
A tecnologia eólico-elétrica no Brasil vem ganhando espaço como uma forma alternativa de produção de energia elétrica, uma vez que sua utilização pode ocupar um importante papel de complementar as formas convencionais de geração em regiões onde existe a disponibilidade de aproveitamento da

energia dos ventos, além de contribuir para a diversificação da matriz energética nacional. (SILVA, 2015, p. 172).

Segundo Silva (2015), as mais recentes medições de vento realizadas em diversas regiões do país confirmam a existência de um grande potencial eólico ainda por ser explorado em cerca de 8,5 mil km<sup>2</sup> somente na costa litorânea, sem considerar os inúmeros mananciais de vento em diversas áreas localizadas no interior. O reconhecimento do alto potencial de aproveitamento dos recursos eólicos brasileiros para a geração de energia elétrica, em especial na costa litorânea da região Nordeste, pode ser medido pelos diversos projetos em fase de estudo e implementado que, ao todo, ultrapassam uma carga instalada prevista de mais de 6 GW.

O atlas do Potencial Eólico Brasileiro em 1999 utilizou um sistema de software (MesoMap) para simular a dinâmica atmosférica dos regimes dos ventos e variáveis meteorológicas correlatas, a partir de amostragens de um banco de dados entre 1983/1999. Os resultados dessas simulações são apresentados em mapas temáticos, que representam o regime do vento e fluxo de potência eólica na altura de 50 m, na resolução horizontal de 1 km × 1 km para todo o país. (LOPES, 2012). A figura 2.17 mostra o potencial eólico brasileiro por região para vento médio anual igual ou superior a 7,0 m/s.

Figura 2.17 - Potencial eólico brasileiro



Fonte: (AMARANTE; ZACK; SÁ, 2001, p. 44)

Segundo Silva (2015), a região Nordeste é a que mais se destaca em termos de produção de energia elétrica a partir da energia eólica. O estado do Ceará possui uma área territorial de 147.348 km<sup>2</sup>, e registra um potencial instável em energia eólica de 5,8 GW, de acordo com seu Atlas eólico publicado em 2001, possibilitando a geração anual de 12 TWh/ano para ventos a partir de 7 m/s a uma altura de 50 m e fator de capacidade de 24%, e uma área de 2.911 km<sup>2</sup> necessária para produção.

Da mesma forma, o estado da Bahia ocupa uma área de 567.295 km<sup>2</sup> e apresenta um potencial instável tecnicamente aproveitável de 5,6 GW, o que viabiliza, conforme o seu Atlas eólico publicado em 2002, a geração anual de 12,32 TWh/ano, quando do aproveitamento de ventos acima de 7 m/s a uma altura de 50 m e fator de carga de 25%, e uma área de 2373 km<sup>2</sup> para produção. (SILVIA, 2015).

## 2.11. ENERGIA EÓLICA NO MUNDO

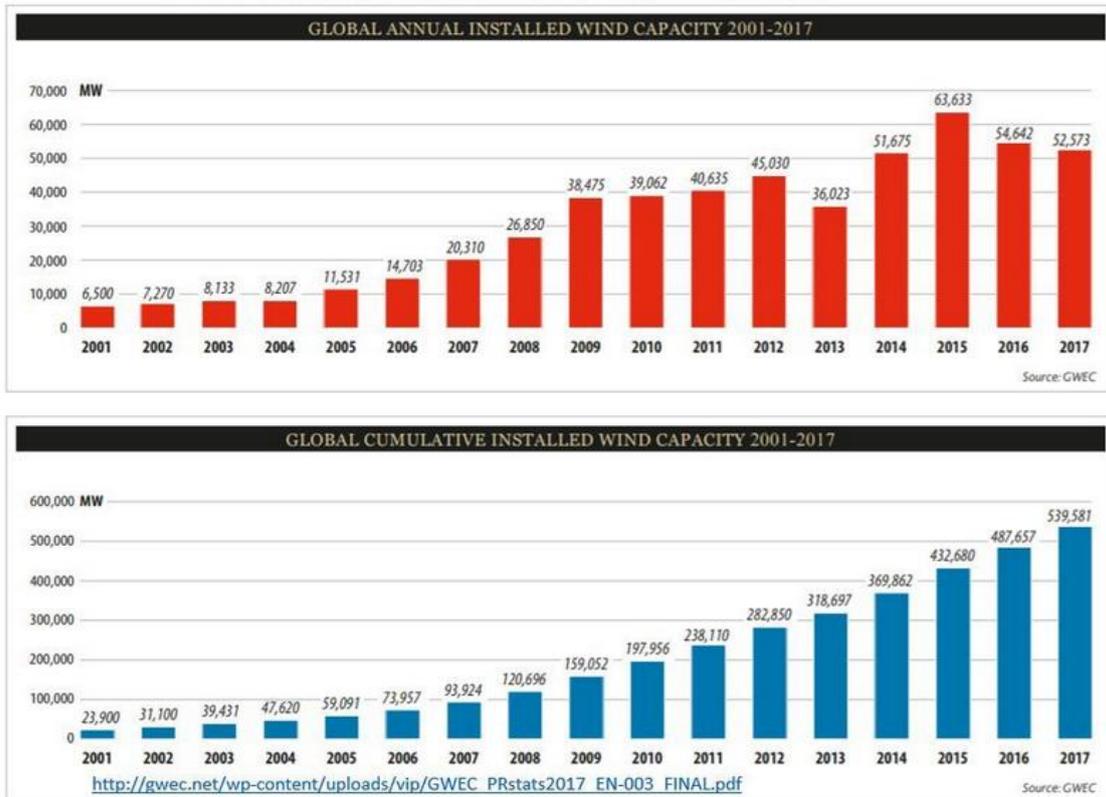
Em conformidade com as afirmações de Lopez (2012), as organizações internacionais sem interesse na energia eólica, como a *International Atomic Energy Agency*, estimam que esta forma de produção de energia será competitiva, em números estritamente econômicos.

Um estudo conjunto da *European Wind Energy Association* (EWEA) e o Greenpeace concluiu que mesmo com o rápido crescimento da demanda por eletricidade, a energia eólica terá capacidade para fornecer 10% da demanda mundial no ano de 2020 (tendência de superar). Em muitos países, a energia eólica já é economicamente competitiva com o combustível fóssil e a energia nuclear, levando-se em conta os custos ambientais. (LOPEZ, 2012, p. 55).

Em termos educativos, essas informações assumem inquestionável importância para o conhecimento do aluno, pois se espera que ele se aproprie não só do saber teórico, mas sobretudo da funcionalidade desse saber no contexto social que faz parte de sua realidade, para que tenha condições de se posicionar criticamente frente aos problemas socioeconômicos e ambientais de seu país em relação a outros. E, nesse sentido, evidencia-se que as informações em referência lhe servirão de subsídios para fundamentar suas discussões acerca do assunto.

A figura 2.18 mostra a capacidade de energia eólica instalada e acumulada em termos global entre os anos 2001-2017.

Figura 2.18 – O crescimento da energia eólica no mundo: 2001-2017



Fonte: (ALVES, 2018)

De acordo com Alves (2018), o Conselho Global de Energia eólica (The Global Wind Energy Council – GWEC) divulgou, no dia 14 de fevereiro de 2018, o relatório “Global Wind Statistics 2017”, com as informações sobre a capacidade instalada anual global e a capacidade global acumulada de energia eólica entre 2001 e 2017, conforme mostra o gráfico acima.

Evidencia-se que a capacidade instalada global continua elevada e acima de 50 gigawatts (GW), mas caiu de 63,6 GW em 2015, para 54,6 GW em 2016 e 52,6 GW em 2017 (praticamente empatada com os 51,6 GW de 2014). A capacidade global acumulada de produção de energia eólica continua aumentando, tendo passado de 23 GW em 2001, para 198 GW em 2010 e 539 GW em 2017. Em 17 anos a capacidade global instalada cresceu 22,6 vezes, que dá uma média de variação anual de 20% ao ano, entre 2001 e 2017. Sendo um crescimento muito expressivo, porém a variação anual chegou a crescer 32% em 2009 e caiu para 11% em 2017 em relação a 2016.

Segundo Alves (2018), o relatório da GWEC considera que o preço da energia eólica está ficando cada vez mais competitivo e já está mais barato do que o preço da energia fóssil. Todavia, a eliminação de subsídios em diversos países prejudicou os

investimentos, neste momento em que a indústria eólica está em transição para um sistema baseado nas regras do mercado.

A nação líder na instalação anual e na capacidade acumulada é a China, que acrescentou 19.5 GW de energia eólica em 2017 (representando 37% de todo o incremento mundial) e acumulou um montante de 188,2 GW (35% do total mundial). Em segundo lugar, vem os Estados Unidos (EUA) que acrescentou 7 GW em 2017 (13% do total) e atingiu 89 GW de energia eólica acumulada (17% do total mundial). Em terceiro lugar, vem a Alemanha, que acrescentou 6,6 GW e chegou a um volume acumulado de 56,1 GW (10% do total mundial). A Grã-Bretanha vem em quarto lugar.

### **3. A FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

#### **3.1. A DISCIPLINA FÍSICA E O ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL II**

Observa-se que a realidade no ensino de ciências naturais do Ensino Fundamental II, de modo geral, tanto na rede pública quanto na rede particular, demonstra que os alunos não assimilam os conteúdos que deveriam ter compreendidos, o que tem sido comprovado quando esses alunos ingressam no ensino médio e apresentam notáveis dificuldades no aprendizado em Física.

A razão disso deve-se ao fato de, no Ensino Fundamental II, a Física não ser ofertada como disciplina específica, sendo inserida na disciplina de Ciências naturais, com apenas 15 horas semanais, visto que a sua abordagem se dá através do ensino de Ciências que contempla também a disciplina de Química. Essas duas disciplinas são trabalhadas de forma paralela ao longo do ano ou ensinadas separadamente por semestres, ou intercaladas a cada bimestre, sendo que cada escola possui em sua proposta de ensino a forma que essas disciplinas serão abordadas.

A carga horária estabelecida para a disciplina Ciências, na última etapa do Ensino Fundamental II da rede municipal na cidade Santarém – Pa, de acordo com a secretaria municipal de ensino (SEMED) para o ano letivo de 2017, corresponde a três horas aulas semanais. Esse dado mostra que apenas 50% dessa carga horária é utilizada para se ensinar Física. Nessa perspectiva, os professores que trabalham com esta disciplina são obrigados a desenvolver estratégias de ensino que auxiliem suas práticas docentes.

#### **3.2. ENSINO DE FÍSICA NO 9º ANO**

Conforme Ribeiro (2016), a Física do Ensino Fundamental II, ao ser comparada com outros elementos dos componentes curriculares presentes na escola, serve como uma formação do cidadão para a sociedade, para colocar em prática no seu dia a dia, pois é a partir do que o aluno aprende na sala de aula, que ele irá compreender melhor o que será explorado no Ensino Médio.

O programa escolar do nono ano do ensino fundamental, em geral, é constituído por conteúdos de Química e Física que são divididos entre os semestres do ano letivo. Tais conteúdos são desenvolvidos como se fossem disciplinas separadas e desconexas, apesar de ser ministrada pelo mesmo professor – a maioria formada em Ciências Biológicas – e se tratar da disciplina anual de Ciências. Trata-se de uma antecipação da abordagem disciplinar das Ciências que deveria ocorrer apenas em fases posteriores do ensino. (MILARÉ & ALVES, 2010, p. 101).

A partir dessas informações, constata-se que a divisão entre Física e Química na disciplina de Ciências vem sendo estabelecida, pois o professor formado em licenciatura plena em Biologia, responsável pela disciplina, possui na sua grade curricular de ensino as disciplinas de Biofísica e Bioquímica, o que o torna competente para ministrar essas aulas.

A inserção da disciplina Física no 9º Ano está em consonância com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Ciências naturais do Ensino Fundamental, sendo destacados vários conteúdos para serem trabalhados, os quais podem garantir ao futuro educando do Ensino Médio maiores habilidades para lidar com a disciplina.

Ensinar Química e Física na última série do ensino fundamental é uma proposta herdada das finalidades do ensino de meados do século XX, quando até então houve, oficialmente, a predominância do modelo tradicional de ensino caracterizada pela transmissão-recepção de informações. Nesse modelo, as informações e os conceitos eram fragmentados, estanques e reunidos em grandes pacotes temáticos correspondentes à Física, Química, Biociências e Geociências. (MILARÉ & ALVES, 2010, p. 102).

Sabe-se que em 2010, o ensino de Ciências era mais focado na Química, até por causa da formação do professor, como dito anteriormente, que contempla mais a Química do que a Física. Por essa razão, Ribeiro (2016) destaca que o ensino de Física no 9º Ano do Ensino Fundamental II deve ser analisado em um sentido mais amplo, trabalhando mais profundamente com alguns conceitos básicos, como: matéria, energia, espaço e tempo.

Para isto, é necessário, cada vez mais, que o docente tenha ao seu dispor o avanço científico e tecnológico, conforme o objetivo preconizado no PCN de Ciências naturais, que destaca que a Física no 9º Ano tem adquirido extrema importância no decorrer das gerações e do Ensino Fundamental II, porém necessitando de uma formação e planejamento de aula dos docentes que estão ministrando estas aulas.

As aulas de Ciências são, então, a melhor oportunidade para desenvolver estudantes com espírito crítico e capacidade de se expressar claramente. Mais do que aprender conteúdos, as aulas de Ciências podem servir para maturar os valores afetivos necessários para o aprendizado em geral. Isso pode acontecer desde que as aulas de Ciências reproduzam as características essenciais da atividade científica: observação e coleta organizada de dados, expressão clara de procedimentos, resultados e conclusões, e discussão crítica de todo o processo. É necessário, portanto, que o ensino de Ciências não se centre nos livros-texto e que as atividades experimentais propostas não sejam meras ilustrações nem "provas experimentais" desses conteúdos, mas sim pontos de partida da exploração de temas. (SCHROEDE, 2006, p. 26).

Assim, a realização de atividades experimentais no ensino fundamental na disciplina Física no 9º Ano é concebida como favorecedora da aprendizagem dos conceitos e fenômenos a partir de vários aspectos, ao que concordam pais, professores, pesquisadores, alunos e escola, todos enaltecendo a importância dessas atividades no processo de construção dos conhecimentos, para que estes possam ser explorados em suas práticas cotidianas.

A Ciências Física apresenta um aspecto extremamente produtivo: podem-se propor atividades experimentais que permitam crianças menores de dez anos manipularem diretamente os materiais usados e não se limitar a contemplar fenômenos. Atividades de Física permitem que as crianças ajam sobre os materiais utilizados, observem o resultado de suas ações e reflitam sobre suas expectativas iniciais, reforçando ou revendo suas opiniões e conclusões. (SHORER, 2006, p. 26).

Contudo, sabe-se que na sala de aula, nem sempre as práticas de ensino são realizadas dessa maneira, ficando muitas vezes voltadas no que se tem nos livros didáticos devido à disciplina de Ciências do 9º Ano ser apenas a introdução à Física e Química, sendo trabalhada de maneira muito superficial, deixando de lado a prática e as habilidades que deveriam ser desenvolvidas na escola.

As Ciências Naturais, como parte da Educação Básica, devem estimular o aluno a desenvolver habilidades cognitivas, promovendo a formação de cidadãos capazes de atuar criticamente e ativamente no mundo científico e tecnológico, permitindo compreender a natureza da ciência como atividade humana, historicamente produzindo resultados de avanços, continuidades e rupturas. (VIZENTIN, 2009, p.11).

Observa-se que a teoria aliada a experimentação é a forma subentendida de ensino e aprendizagem hoje. Isso pode ser observado pela falta de estímulo dos estudantes às aulas de Física no 9º Ano, pelo grande número de falta e baixo rendimento na disciplina e, ao mesmo tempo, verificado pelo entusiasmo dos alunos

no momento em que realizam experimentos por mais simples que sejam, pois terão mais aprofundamento no conteúdo no ensino médio.

De fato, o conhecimento a ser adquirido em Física tem base na manipulação e conhecimento de tecnologias, porém ele está muito além desta explicação. O conhecimento servirá também como uma preparação para que o jovem compreenda acontecimentos diários, seja uma notícia de jornal relacionado às crises energéticas, notícias de tempo ou até mesmo manuais de aparelhos eletrônicos, compreensões do universo e assim por diante. (RIBEIRO, 2016, p.168).

Porém, essa forma de ensino e aprendizagem tira a maioria dos professores da zona de conforto, o qual se prende nos livros didáticos e no pincel e quadro, pois na sua formação inicial de Biologia não trabalharam profundamente a Física em si, apenas de maneira parcial. “Para criar métodos eficientes para instrução das crianças em idade escolar, no conhecimento sistemático, é necessário entender o desenvolvimento dos conhecimentos científicos na mente da criança.” (VYGOTSKY, 2001, p. 27).

Conforme Praxedes & Krause (2015) o conhecimento a ser adquirido em Física tem base na manipulação e conhecimento de tecnologias, e está estritamente interligado na explicação docente, visto que o conhecimento adquirido servirá como uma preparação para o Ensino Médio, e até mesmo para situações do dia a dia, como as notícias de tempo ou até mesmo manuais de aparelhos eletrônicos, compreensões do universo.

Os conhecimentos da Física no Ensino Fundamental II possuem a finalidade de construir uma base sólida e uma estrutura lógica, onde as aulas teóricas e práticas, por mais simples que sejam, tragam esperanças na conexão das duas situações teoria e prática, atribuindo assim um caráter de uma metodologia renovada na sala de aula, só assim os alunos terão uma compreensão do que se esteja aprendendo, e por que está estudando determinado assunto de Física.

Darroz (2013) destaca que a Física está diretamente relacionada à experimentação. Portanto, envolver a Física como ciência perpassa pela experimentação, enriquecida pelas discussões sobre o mundo observável e o não observável dos estudantes, o confronto entre o que veem e o que ocorre na natureza, entre o teórico e o vivenciado, entre o elaborado espontaneamente e o científico posto pela academia.

O ensino de Física deve contribuir para a construção do ser humano como cidadão e passa-lo um conhecimento que facilite o entendimento dos fenômenos da natureza e também ele como parte da mesma. A Física não deve estar relacionada diretamente aos cálculos, é possível através da mesma entender todo um contexto histórico sobre determinado fenômeno. Porém, para esta ciência ser trabalhada de uma forma mais teórica e humanista é preciso oferecer meios para melhorar as situações-problema existentes enfrentadas em sala de aula, e dar ao docente condições de aperfeiçoar sua prática pedagógica. (PRAXEDES & KRAUSE, 2015, p. 05).

Assim, fica evidente que o ensino da Física é de incontestável importância, pois vai influenciar diretamente na construção do ser humano, nas habilidades e competências necessárias para seu dia a dia, devendo a disciplina não ser trabalhada apenas de maneira teórica, mas também forma prática, para que o aluno consiga visualizar no cotidiano o que está sendo ensinado. Dentro dos possíveis encaminhamentos para a melhoria do quadro atual que se apresenta no ensino e aprendizagem em Ciências Física, destaca-se a realização das Atividades Experimentais que, segundo as Diretrizes Curriculares de Educação Básica (DCE):

[...] a experimentação no Ensino de Física é uma importante metodologia de ensino, que contribui para formular e estabelecer relações entre conceitos, proporcionando melhor interação entre professor e estudantes, e isso propicia o desenvolvimento cognitivo e social no ambiente escolar. (DCE, *apud* SILVA, 2015, p. 14).

Sendo assim, ao fazer a utilização das atividades experimentais, alunos e professores compartilham um espaço com interações diretas com os fenômenos naturais, promovendo uma significativa melhoria na formação dos estudantes, ampliando as interações que eles podem ter com o mundo dos objetos, e o das linguagens simbólicas, o que é estabelecido pela UNESCO (2003, p.8):

A ciência, como construção mental, promove o desenvolvimento infantil e ainda contribui positivamente para o desenvolvimento de outras áreas, como o da linguagem e da matemática. Como as ideias das crianças sobre o mundo que as rodeia são construídas durante os primeiros anos de escolarização, não ensinar Ciências nessa idade significa ignorar esse processo, abandonando a criança a seus próprios pensamentos, privando-a de um contato mais sistematizado com a realidade.

Diante disso, trabalhar como uma metodologia diferenciada e dialética no processo de ensino e aprendizagem possibilita e contribui significativamente para a potencializar as competências necessárias à construção do pensamento científico, proporcionando ainda mais a interação do docente com o aluno, pois “a origem do

conhecimento está na pergunta, ou nas perguntas, ou no ato mesmo de perguntar; eu me atreveria a dizer que a primeira palavra foi a um só tempo pergunta e resposta, num ato simultâneo.” (FREIRE, 1985, *apud* VIZENTIN, 2009, p.13).

Os conhecimentos de Física na escola média ganharam um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (2002). Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, subsidiado de instrumentos para compreender, intervir e participar adequadamente da realidade social em que vive.

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, na introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnada de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado. (BRASIL, PCN, 2002 p. 23).

As experimentações na sala de aula fazem o aluno observar do que irá tratar cada experimento, permitindo a ele, por si só, chegar às suas conclusões. Assim, as atividades experimentais despertarão nesse aluno uma sede de conhecimento, na medida em que ele possa buscar a devida explicação para o acontecido apresentado em sala de aula. Os PCN propõem orientações sobre o básico a ser ensinado e aprendido em cada etapa. Para isso, os professores devem adaptar os parâmetros à realidade de suas escolas e alunos. Portanto, no que concerne ao ensino da disciplina de Física, os PCN preconizam que:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (PCN+ MÉDIO, 2002, p. 2).

Em face desses pressupostos, tal disciplina deveria ser uma das disciplinas do Ensino Fundamental II, para ser trabalhada de maneira singular, devido ao fato de apresentar competências e habilidades que estão estreitamente vinculadas às experiências cotidianas do aluno. Por isso, embora os conhecimentos teóricos sejam

abordados de maneira sucinta nesta etapa da escolarização do indivíduo, não se pode perder de vista que comprovam como ocorrem os fenômenos ao seu redor. Daí a necessidade de a escola explorar tais assuntos em articulação com a realidade do aluno, para que ele possa analisar os fenômenos naturais com outro olhar, tendo em mente os princípios estabelecidos na disciplina.

Na Física, analisa-se a natureza em um sentido mais amplo, incluindo o ambiente natural e o mundo artificial. Lidando com constituintes naturais, tais como: matéria, energia, espaço e tempo, em suas determinadas interações, buscando explicações desses comportamentos o homem utiliza-se da Física para estudar as propriedades da matéria, partindo de partículas microscópicas como os átomos, até matérias de grandes massas como planetas e galáxias; mostrando conhecimentos necessários à compreensão da vida. (RIBEIRO et al, 2016, p. 167).

Sendo que com o ensino da Física, o estudante pode desenvolver o pensamento crítico e a capacidade de se expressar, tendo desta forma argumentos para explicar determinados fenômenos. Conforme Nascimento (2010), pesquisas no mundo todo têm sugerido que o ensino de Física no Ensino Fundamental, salvo honrosas exceções, constitui-se como caótico, pouco frutífero para professores e alunos. Uma das razões desse fracasso tem a ver com o fato de que quem leciona a disciplina não é um licenciado em Física e sim em Ciências naturais ou Biológicas.

Além disso, como agravante, tal ensino se apresenta essencialmente livresco e, sua linguagem parece incapaz de romper com o hermetismo linguístico que lhe é próprio, tornando-se instrumento de opressão e de discriminação, na medida em que contribui para punir os alunos que, sem compreensão de seus fundamentos, são mal sucedidos quando submetidos ao adestramento para o seu uso.

Percebe-se que o ensino da Física no 9º ano ainda é transmitido de forma tradicional, sem o mínimo de planejamento, pois o professor utiliza com maior frequência o livro didático, o quadro e o pincel nas suas aulas diariamente. Diante disso, pode-se dizer que os conteúdos e o ensino das disciplinas terão que se adaptar às exigências do mundo moderno.

Os PCN de Ciências Naturais propõem orientações sobre o básico a ser ensinado e aprendido em cada etapa. Os professores devem adaptar os parâmetros à realidade de suas escolas e de seus alunos, trabalhando a interdisciplinaridade, indo além dos conteúdos da grade curricular de ensino. “[...] a interdisciplinaridade deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar,

compreender, intervir, mudar, prever algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários.” (PCN, 1999, p. 89).

Silva (2015) relata que no Brasil o ensino de Física inicia-se obrigatoriamente no 1º Ano do Ensino Médio, porém já no Ensino Fundamental II faz-se uma introdução da Física de maneira muito superficial nas turmas de 9º Ano, cujo objetivo consiste apenas na introdução dos conteúdos de Física. Ao analisar a escola atual, constata-se que:

A escola de ensino médio deve estar comprometida com a cultura geral diferente, fundamentada no domínio tecnológico e científico do homem sobre a natureza. A educação geral será compreendida como apropriação dos princípios teórico-metodológicos que poderão permitir a execução de tarefas instrumentais e o domínio de diversas formas de linguagem e ter consciência da sua inserção no conjunto das relações sociais das quais participa. O objetivo desta escola deve ser a formação do cidadão, do homem da polis, participante nos diferentes espaços, enquanto produtor e consumidor na sociedade. (OLIVEIRA, 1995, p. 24).

Um dos fatores que contribuem para a dificuldade no aprendizado e a formação da má imagem da Física, segundo professores e alunos, é a difícil linguagem matemática que ela utiliza. No entanto, tal visão não se deve somente a essa linguagem rebuscada que a Física apresenta, mas também às atividades proposta no dia a dia e ao grau de dificuldade de cada conteúdo de Física da grade curricular do Ensino Fundamental II.

Ainda nos PCN, encontra-se uma lista de competências e habilidades a serem desenvolvidas nos alunos, visando à plena apreensão e ao desenvolvimento crítico e dinâmico do saber, ou conhecimento elaborado e global. Para tanto, os professores podem também se utilizar de temas transversais como problemas na mediação dos saberes do senso comum de todos em prol da construção do conhecimento científico.

### 3.3. O LIVRO DIDÁTICO: HISTÓRIA E SEUS ELEMENTOS

Conforme Porto (2009), precisa-se encarar o livro didático como resultado de união dos saberes pessoais, coletivos e históricos que são negociados durante o processo de criação e de produção dos livros, uma vez que o livro didático deve mobilizar alunos e professores na busca de informações em outras fontes, visto que ele não pode nem deve ser encarado como uma única fonte de conhecimento inesgotável na sala de aula e na vida dos alunos.

Garcia (2012) vem esclarecer que no campo educacional brasileiro, o livro didático está passando por diversas investigações, as quais têm-se revelado de grande importância, tanto para analisar o efeito que a universalização dos livros pode provocar quanto para verificar os resultados do vultoso aporte de recursos financeiros envolvidos na sua seleção, produção e distribuição.

Uma avaliação da importância dos livros didáticos e da problemática de sua utilização no ensino de Física no nível médio constata que a maioria dos professores em atuação o utiliza como principal recurso instrucional ou materiais (apostilas, anotações) produzidos a partir de livros didáticos. (NASCIMENTO, 2010, p.13).

Apesar de a utilização da metodologia do livro didático por muito tempo ser prioritária na sala de aula apenas para atender aos interesses editoriais e não conteudistas, que são essenciais ao ensino e à aprendizagem dos alunos, os educadores, fazendo uso de sua autonomia na sala de aula, podem utilizar essa ferramenta de ensino de modo que auxilie o seu trabalho docente. Além disso, o professor não deve prescindir de seu direito de escolher o livro didático que melhor atenda às necessidades dos alunos, considerando, durante essa escolha, critérios que sejam eminentemente educativos, sem fins comerciais.

O livro como material didático, na atualidade, é mais do que uma mera ferramenta de trabalho do professor. Com a evolução que teve, ocupa papel de realce como veículo de reciclagem de conhecimento dos professores, instrumento indispensável e insubstituível no desenvolvimento das aulas e está para o aluno como o prolongamento da ação do professor. (BRASIL, A política do livro didático, 2016, p.27).

Nesse sentido, evidencia-se que, há muito tempo, o livro didático tem sido o grande recurso para uma educação padronizada que se faz presente até hoje. Assim, o livro constitui-se como material impresso ligado diretamente à escolarização do sujeito desde as séries iniciais até o ensino superior, sendo utilizado para distribuir uma visão de mundo, difundir os conhecimentos, as pesquisas realizadas e contextualizadas em artigos publicados constantemente pelos assuntos trabalhados.

O livro didático, considerado um dos principais instrumentos do processo ensino-aprendizagem, contribui para agravar o problema do ensino de Ciências praticado em nossas escolas, devido muitas vezes possuírem uma linguagem técnica de difícil compreensão no qual o aluno muitas vezes interpretar erroneamente. (FRACALANZA, 1986, p. 18).

Esse fato pode ser facilmente percebido quando, ao se analisar os planos de ensino dos professores, constata-se que eles representam uma cópia fiel dos conteúdos apresentados no livro didático adotado pela escola, orientando as atividades diárias de sala de aula.

As pesquisas contextualizadas por Baganha (2009) mostram que os conteúdos apresentados nos livros didáticos de Ciências do ensino fundamental abordam os diferentes conhecimentos físicos, químicos e biológicos selecionados em determinado contexto histórico, político, econômico e social, e organizados de forma seriada para atender aos propósitos desse nível de ensino e aos sujeitos no universo escolar.

Essas análises demonstram que a abordagem contextualizada e interdisciplinar dos conteúdos no ensino de Ciências facilita o ensino e aprendizagem por investigação nas séries finais do Ensino Fundamental. Isso está de acordo com os PCN (1999), que destaca o quanto é importante repensar a concepção de ciência, o processo ensino-aprendizagem e a organização dos conteúdos escolar na prática docente, como também explicita o papel e o uso do livro didático e a relevância dos conhecimentos.

Assim, este material didático que deveria servir como elemento estimulador, desenvolvendo a capacidade dos alunos, passa a ser um elemento limitador e uniformizador da aprendizagem, além de transmitir sinal de castigo, cansaço, estresse, dificultando o aprendizado muito antes de se começar. Diante dos fatos e da relevância do livro para alguns pesquisadores, outros, como Krasilchik, criticam os livros didáticos, ao afirmar que são:

Veículos explícitos ou implícitos de ideologias, incoerentes com as propostas das mudanças. Transmitem preconceitos contra minorias sociais e étnicas. Apresentam valores controvertidos sobre relações entre a Ciência e a Sociedade e entre pesquisadores e a comunidade. (KRASILCHIK, 1987, p.49).

Krasilchik (1987) afirma ainda que nos livros exageram-se no uso de cores nas ilustrações, figuras caricaturescas que supostamente agradam aos alunos, mas deixam cansativos na hora dos exercícios longos e complicados para serem respondidos, muitas vezes com imagens fora do seu cotidiano.

Estimular a aprendizagem de conhecimentos científicos atualmente exige-se pensar na abordagem histórica da construção desses conhecimentos. Para entender

a relação do livro didático com a ciência, Barganha (2009) diz que a importância da história da ciência está em compreender como o conhecimento científico é construído.

Assim, para promover práticas de ensino mais eficientes, o professor deveria ter melhor formação nesta área, para que ele mesmo não transfira aos seus alunos concepções inadequadas sobre a natureza das ciências. Alves (1987, p.15) reforça essa ideia ao dizer que os livros didáticos, na sua maioria, ignoram aquilo que o aluno já sabe, bem como desprezam certas competências e habilidades do professor para lidar com o assunto.

Os conceitos que os livros didáticos emitem são de uma notável tautologia; não só repete aquilo que o aluno conhece, como se fosse novidade, como repetem, dando 'náuseas' os mesmos conceitos, os mesmos desenhos, as mesmas explicações. (Alves, 1987, p.23).

Alves (1987) ainda argumenta que os professores devem reverter esta prática, partindo do conhecimento que o aluno já possui, para “fazer valer dentro da escola a realidade do aluno e a apreensão que ele já traz dessa realidade, e para que se tenha a prática social como ponto de partida e ponto de chegada do processo pedagógico.” (Alves, 1987, p. 15). No entanto, por mais que atualizem os livros, os autores usam as mesmas imagens, não colocam muitas curiosidades, detalhes que para o educando são muito importantes, pois relacionam com seu dia a dia.

Mediante as propostas de formação continuada, os professores poderiam ser estimulados a utilizar materiais alternativos como: jornais, revistas, livros não escolares, jogos e outros, ou desenvolverem atividades apropriadas como as de estudo do meio, aulas práticas, trabalhos com material reciclado, dentre outras estratégias para potencializar o interesse dos alunos pelo ensino de física, a partir de outros instrumentos de aprendizagem, além do livro didático.

Nas séries iniciais, a criança defronta-se com o conhecimento científico e sua compreensão dependerá da concepção de Ciência e de Educação que marca a prática pedagógica. Para muitos professores, o ensino de Ciências Naturais é desenvolvido de forma propedêutica, preparando a criança para o futuro, considerando que “o estudante não é só cidadão do futuro, mas já é cidadão hoje, e, nesse sentido, conhecer Ciência é ampliar a sua possibilidade presente de participação social e desenvolvimento mental, para assim viabilizar sua capacidade plena de exercício da cidadania. (BRASIL, 1999, p. 23). Na sociedade atual dominada pelos conhecimentos científicos e pelos produtos tecnológicos, é importante e

desejável, e até essencial, que o público em geral tenha mais e melhores informações sobre a Ciência e a Tecnologia.

Os recursos didáticos impressos e distribuídos na escola são utilizados pelos docentes como apoio às atividades de ensino-aprendizagem, seja no magistério em sala de aula, seja em atividades extraescolares, visando especialmente à leitura de textos, à realização de exercícios e de outras atividades ou, ainda, como fonte de imagens para os estudos escolares, aproveitando fotos, desenhos, mapas e gráficos existentes nos livros. Porém, muitas vezes é utilizado como fonte bibliográfica, tanto para complementar seus próprios conhecimentos, quanto para a aprendizagem dos alunos, em especial na realização das chamadas “pesquisas” bibliográficas escolares.

Há relações estreitas entre os vários fatores analisados, na medida em que os livros são elaborados de forma a atender às necessidades dos professores, procurando suprir sua deficiência de formação e atenuar as difíceis condições de trabalho. A organização e apresentação dos livros são, por sua vez, bastante influenciadas pelos guias curriculares. Em geral, são preservados os seus títulos, mas deturpado o espírito da proposta inovadora. (KRASILCHIK 1987, p.48).

Observa-se que o livro não corresponde a uma versão fiel das diretrizes e programas curriculares oficiais, nem a uma versão fiel do conhecimento científico, podendo, muitas vezes, possuir maior conteúdo que leve o aluno a verificar o que está estudando com a prática do cotidiano. Não é utilizado por professores e alunos na forma intentada pelos autores e editoras, como guia ou manual relativamente rígido e padronizado das atividades de ensino-aprendizagem.

Assim, o livro didático acaba por se configurar, na prática escolar, como um material de consulta e apoio pedagógico à semelhança dos livros paradidáticos e outros tantos materiais de ensino. Ele introduz ou reforça equívocos, estereótipos e mitificações com respeito às concepções de ciência, ambiente, saúde, ser humano, tecnologia, entre outras concepções de base intrínsecas ao ensino de Ciências Naturais.

O livro deve ser base para discussão em classe e não apenas fonte de informações inerte. Para tanto, o professor deve saber desenvolver a capacidade crítica e a avaliação a partir da leitura dos textos. Quando estes propõem questões que suscitem o debate, tanto melhor, caso contrário o professor deve estar preparado para fazê-lo. (KRASILCHIK 2005, p.68).

A Reforma Curricular nos primeiros anos do Ensino Fundamental exige que os novos livros didáticos correspondam às atuais exigências de uma Educação no século XXI, no qual o conhecimento, os valores, as capacidades de resolver problemas, assim como a alfabetização científica e tecnológica são elementos essenciais, que devem inserir assuntos com imagens da localização do aluno. Por esse e outros motivos que os livros devem ser trocados periodicamente sendo o professor livre para escolher qual a melhor editora, que apresenta a melhor estrutura de conteúdo e que consiga passar com mais detalhes informações que alcancem os objetivos proposto pelo docente.

O livro Didático, na maioria das salas de aula, continua prevalecendo como principal instrumento de trabalho do professor, embasando significativamente a prática docente. Sendo ou não interessante o uso pelos alunos, é seguramente a principal referência da grande maioria dos professores. (DELIZOICOV, 2007 p.37).

Nessa perspectiva, na Ciência Física o livro deve apresentar-se como uma referência, fruto da construção humana, sócia historicamente contextualizada, na dinâmica do processo que lhe caracteriza como construção, e não como um produto fechado, como racionalidade objetiva única que mutila o pensamento das crianças.

### 3.4. EQUIPAMENTOS DIDÁTICOS NAS AULAS DE FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

*“Na natureza nada se perde, nada se cria; tudo se transforma” (LAVOISIER).*

A citação de Lavoisier demonstra que o ensino e as metodologias na sala de aula não precisam de nada grandioso, ou que tenham tanto gasto, pois o objetivo é o ensino e aprendizagem dos alunos, independentemente de quais sejam os recursos utilizados, eles devem estar diretamente atrelados a esse objetivo.

O registro de cada ideia é muito importante para a sistematização do estudo da introdução de Física no 9º ano, sendo de grande importância esta troca de conhecimento, sendo ideal apresentar aos alunos o objetivo de cada assunto e metodologia trabalhada na sala de aula, aliando cada assunto com textos informativos, de propaganda e notícias de fatos do dia a dia, para que eles percebam as habilidades e competências adquiridas no cotidiano escolar.

O papel do professor na sistematização e construção do ensino das ciências Físicas na sala de aula deve aliar uma série de perguntas norteadoras, que despertem a curiosidade do aluno antes mesmo de adentrar nas particularidades de um determinado assunto, pois os questionamentos levantados e os instrumentos de investigação utilizados, ao longo das investigações na sala de aula, permitem que os alunos exercitem habilidades de observação e análise, identificação do objetos de estudo, façam comparações e formulem novas problematizações e novas hipóteses. (VIZENTIN, 2009, p.50).

O docente ao ter em mente os equipamentos para trabalhar na aula de Física do ensino fundamental deve ter o foco científico, sem deixar de analisar o conteúdo e o recurso que será utilizado, seja um experimento, um mapa conceitual, uma maquete ou até mesmo uma simples experiência ou fato do dia a dia como elemento principal de sua aula, devendo levar tal auxílio para garantir o alcance dos objetivos propostos para aquela aula. Diante disso, torna-se necessário um bom planejamento para escolher os recursos e instrumentos adequados para o assunto que será ministrado.

Um planejamento, a partir de projetos, resulta em possibilidades de focar diferentes áreas do conhecimento, evitando a fragmentação de um trabalho, e tendo em vista a execução de tarefas reais inseridas no cotidiano dos alunos. (VIZENTIN, 2009, p.71).

Para assegurar que o ensino e a aprendizagem possam ser vivenciados com êxitos na sala de aula, os assuntos da teoria devem ser praticados e questionados, pois a função dos vários recursos didáticos usados como instrumentos devem, acima de tudo, atestar todo processo pedagógico planejado pelo docente.

Fontana (1997) averba que a construção do conhecimento, conforme os estudos de Piaget, é um processo individual que prioriza o ponto de vista da criança, isto é, deve-se deixar que o aluno conduza as experiências e práticas vivenciadas na sala de aula, pois assim não se impede de realizar uma descoberta por si mesmo.

O livro didático não pode ser visto como um roteiro de instrução de autômatos, que dispense inteiramente mediação. O trabalho com o conhecimento científico está muito ligado a textos informativos, figuras e imagens. Livro didáticos, paradidáticos, vídeos, softwares, existe uma ampla gama de materiais a disposição do professor que podem contribuir na melhoria do seu trabalho. (FONTANA, 1997.p.83).

O Ensino Fundamental deve proporcionar aos educandos momentos de reflexão sobre os conhecimentos, os quais se acredita que possam melhor ser compreendidos, devendo chamar atenção dos alunos para a necessidade de comprovação das verdades, que se revelem óbvias e visíveis aos olhos de todos.

## 4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Conforme Vieira (2012), o ensino por investigação compõe uma abordagem que tem uma longa história na educação em ciência. Promove o questionamento, o planejamento, escolha de evidências, as explicações com bases nas evidências e a comunicação. Usa processos da investigação científica e conhecimentos científicos, como forma de auxiliar os alunos a aprender a fazer ciência e sobre ciência.

O ensino de ciências como um processo de investigação, por muito tempo, considerou que o laboratório permitia aos alunos desenvolverem uma concepção clara sobre os fenômenos naturais, o que não seria possível apenas a partir do livro. Uma abordagem indutiva da ciência foi reiterada por Jonhann Friedrich Herbart (1776-1841), que acreditava que a melhor forma dos alunos compreenderem novos conceitos era através da descoberta dos fenômenos e a partir da articulação desses conhecimentos científicos com a sua experiência empírica.

Nessa perspectiva, cabe informar os pontos básicos considerados importantes para o desenvolvimento de um trabalho capaz de tornar o ensino efetivamente investigativo, a saber:

Fazer os alunos sentirem-se interessados em participar da investigação colocando uma ou mais questões que sejam interessantes para eles;  
Oportunizar a discussão entre os alunos, bem como mecanismos para comprovarem ou refutarem suas hipóteses;  
Estabelecer uma relação entre os alunos e o professor, que se coloca como orientador, dando liberdade ao aluno no processo de construção do seu próprio conhecimento. (VIEIRA, 2012, p. 40)

Quando se fala de ensino por investigação na disciplina de Ciências naturais, faz-se referência às estratégias e aos procedimentos de ensino e aprendizagem diferentes das que têm sido utilizadas na sala de aula. Conforme a Secretaria Municipal de Ipatinga (2011), o ensino por investigação se refere à atividade de caráter investigativo, sendo uma estratégia, entre outras, que o professor utiliza para diversificar sua prática no cotidiano escolar, visto que engloba atividades que estão centradas no aluno, possibilitando o desenvolvimento de sua autonomia e da capacidade de tomar decisões, bem como de avaliar e de resolver problemas, apropriando-se de conceitos e teorias das Ciências da natureza.

No ensino de Ciências por investigação, os estudantes interagem, exploram e experimentam o mundo natural, mas não são abandonados à própria sorte, nem ficam restritos a uma manipulação ativista e puramente lúdica. Eles são inseridos em processos investigativos, envolvem-se na própria aprendizagem, constroem questões, elaboram hipóteses, analisam evidências, tiram conclusões, comunicam resultados etc. Nessa perspectiva, a aprendizagem de procedimentos ultrapassa a mera execução de certo tipo de tarefas, tornando-se uma oportunidade para desenvolver novas compreensões, significados e conhecimentos do conteúdo ensinado. (MAUÉS E LIMA, 2006, apud BRASIL, CENFOP, 2011, p. 02).

Segundo Carvalho et al. (2004), uma atividade investigativa não pode se reduzir a uma mera observação ou manipulação de dados – ela deve conduzir o aluno a refletir, a discutir, a explicar e a relatar seu trabalho aos colegas. O ensino da Física, dentro da disciplina de Ciências, é adquirido na sala de aula no Ensino Fundamental II, e está atrelado diretamente no dia a dia deste aluno, decorrendo daí a necessidade de conscientizá-lo a tomar atitudes de conservação, utilizando os princípios e os elementos sobre a Física em suas práticas cotidianas. Assim, para a atividade ser investigativa, é necessário que apresente características que a distinguem das outras, como:

1. conter um problema. O problema é, na sua essência, uma pergunta que se faz sobre a natureza. Não há investigação sem problema. Assim, a primeira preocupação do professor consiste em formular um problema que instigue e oriente o trabalho a ser desenvolvido com os alunos. Além disso, ele precisa ser considerado problema pelos alunos, o que implica explorar as ideias que estes têm a respeito do assunto, dialogar com elas, confrontá-las com outras, duvidar delas.
2. ser, sempre que possível, generativas, ou seja, devem desencadear debates, discussões, outras atividades experimentais ou não.
3. Propiciar o desenvolvimento de argumentos, por meio de coordenação de enunciados teóricos e evidências, bem como considerar a multiplicidade de pontos de vista em disputa ou a serem coordenados.
4. Motivar e mobilizar os estudantes, promover o engajamento destes com o tema em investigação. Desafios práticos e resultados inesperados podem auxiliar nessa direção.
5. Propiciar a extensão dos resultados encontrados a todos os estudantes da turma (BRASIL, CENFOP, 2011, p. 05).

Observa-se que as cinco características citadas acima são bem específicas e determinantes para reconhecer um ensino por investigação. Embora a abordagem de ensino fundamentada na investigação não pressuponha o aparecimento de todas essas características, simultaneamente, em uma única atividade, pode-se admitir, entre outras possibilidades, que uma atividade enfoque a habilidade de planejamento.

Nesse sentido, Freire (2009) evidencia que:

O ensino por investigação constitui uma orientação didática para o planeamento das aprendizagens científicas dos alunos, reflete o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência, dá ênfase ao questionamento, à resolução de problemas, à comunicação e usa processos da investigação científica como metodologia de ensino (...). Incide naquilo que os alunos fazem e não somente naquilo que o professor faz ou diz, o que exige uma mudança de um ensino mais tradicional para um ensino que promova uma compreensão abrangente dos conceitos, o raciocínio crítico e o desenvolvimento de competências de resolução de problemas. Os alunos são envolvidos em tópicos científicos, colocando uma prioridade na evidência e na avaliação de explicações alternativas (...). O uso de atividades de investigação pode ajudar os alunos a aprender ciência, a fazer ciência e sobre ciência. (FREIRE, 2009, p.105).

O ensino por investigação constitui uma abordagem que tem uma longa história na educação em ciência. Promove o questionamento, o planeamento, o recolhimento de evidências, as explicações com base nas evidências e a comunicação já questionada ou não, podendo ajudar os alunos a aprender a fazer ciência, investigar, conseguir visualizar as suas competências e habilidades apreendidas na sala de aula a partir das atividades do seu dia a dia, resolvendo problemas e lidando com mais facilidade e habitualidade com as questões propostas, pois aulas práticas de ciências geram muitas expectativas e ansiedades no aluno.

As aulas de ciências são geralmente cercadas de muita expectativa e interesse por parte dos alunos. Existe uma motivação natural por aulas que estejam dirigidas a enfrentar desafios e a investigar diversos aspectos da natureza sobre os quais a criança tem, naturalmente, grande interesse. (BIZZO, 2009, p. 94).

Essa modalidade de pedagogia renovada muito utilizada hoje saindo do tradicionalismo para algo mais palpável e real tem várias finalidades que, segundo Pérez (1993), os alunos podem alcançar, dentre as quais, podem ser destacadas: reconhecer problemas e usar estratégias pessoais, coerentes com os procedimentos da ciência, na sua resolução; desenvolver a capacidade para planejar experiências que permitam verificar uma hipótese, assim como usar a observação; colaborar em grupo na planificação e execução dos trabalhos; participar ordeiramente e ativamente nos debates, apresentando argumentos e respeitando as ideias dos outros; realizar os trabalhos de laboratório com ordem, limpeza e segurança; e ter uma postura crítica.

O papel do professor, portanto é o de planejar, selecionar e organizar os conteúdos, programar tarefas, criar condições de estudo dentro da classe,

incentivar os alunos, ou seja, o professor dirige as atividades de aprendizagem dos alunos a fim de que estes se tornem sujeitos ativos da própria aprendizagem. Não há ensino verdadeiro se os alunos não desenvolvem suas capacidades e habilidades mentais, se não assimilam pessoal e ativamente os conhecimentos ou se não dão conta de aplicá-los, seja nos exercícios e verificações feitos em classe, seja na prática da vida. (LIBÂNEO, 2002, p.06).

Libâneo (2002) demonstra que o importante para a transmissão do conhecimento é a maneira de como aplicá-lo e de como o professor planeja selecionar seus conteúdos, pois as habilidades e competências dos alunos devem estar de forma conexa com os conteúdos da grade curricular e com suas experiências cotidianas, considerando que o conhecimento está no dia a dia, havendo, portanto, a necessidade de articular o saber científico com o senso comum.

Nesse sentido, a metodologia passa a ser entendida como um conjunto de regras e normas prescritivas visando à orientação do ensino e do estudo, “um conjunto de normas metodológicas referentes à aula, seja na ordem das questões, no ritmo do desenvolvimento e seja, ainda, no próprio processo de ensino.” (PAIVA, 1981 *apud* LIBÂNEO, 2002, p. 8).

O ensino por investigação envolve tarefas multifacetadas como: a realização de observações; a colocação de questões; a pesquisa em livros e outras fontes de informação; o planejamento de investigações; a revisão do que já se sabe sobre a experiência; a utilização de ferramentas para analisar e interpretar dados; a exploração, a previsão e a resposta à questão; e a comunicação dos resultados. Para além do referido, podem-se incluir outras características do ensino por investigação, como o envolvimento dos alunos em questões científicas, dando prioridade às evidências para responder às questões; o uso de evidências para desenvolver explicações, promovendo a ligação dessas com o conhecimento científico; e a comunicação e justificação das suas explicações (VIEIRA, 2012, p. 23).

Por isso que Carvalho (2017, p. 763) parte do princípio de que é necessário desenvolver outros tipos de conteúdo, tais como os procedimentais, muito importantes em Ciências, e também as atitudes, os valores e as normas que vão fazer parte do aprendizado acerca dos fatos e conceitos de uma forma interrelacionada.

Dessa forma, existem alguns experimentos que podem ser chamados de “exploratórios”, por exigirem um nexos com os resultados que, na maioria das vezes, não são antecipáveis, porém existem outros procedimentos, isto é, experimentos que são demonstrações, onde se espera que os alunos possam verificar em termos práticos a ocorrência de certo processo ou fenômeno (BIZZO, 2009).

Conforme Sasserom (2015), o ensino por investigação também tem sido interesse de estudo de diversas pesquisas, pois coloca em evidência como o ensino valoriza o processo de aprendizagem dos alunos. Ao criar um ambiente investigativo para construção de saberes na disciplina de Física no ensino fundamental, o docente vai permitir a confrontação daquilo que o aluno pensa ou já viu com as ideias advindas da turma e do livro didático, devendo ser uma troca de conhecimento.

O professor deve sempre aproveitar a curiosidade natural dos alunos que, na faixa etária que compreende a etapa do Ensino Fundamental, estão descobrindo um universo de significados em seu dia a dia. Para isso não são necessários recursos fantásticos, experimentos surpreendentes ou aparatos de alta tecnologia. E preciso, sim haver espírito **investigativo, criativo e curioso** por parte do professor. (VIZENTIN, 2009, p. 13).

Percebe-se que o primeiro passo para haver uma curiosidade dos alunos, parte do professor que deve motivá-los para novas descobertas, daí surgem as dúvidas, perguntas e, ao mesmo tempo, a formulação de hipóteses sobre aquilo que estão trabalhando na sala de aula, já que o aluno traz um conhecimento do senso comum. O ensino por investigação constitui uma orientação que enfatiza o questionamento, resolução de problemas, descoberta e comunicação. Utiliza processos da investigação científica refletindo o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência.

O papel do professor na inclusão de um ensino por investigação nas aulas de ciência é bastante importante. No entanto, a literatura refere que os professores manifestam receios em relação à sua implementação, apresentando argumentos que justifiquem o afastamento deste tipo de estratégia (VIEIRA, 2012, p.107)

Assim, faz-se necessário que o docente considere as informações que os educandos expõem acerca dos assuntos trabalhados na sala de aula, fazendo um paralelo com as teorias de Piaget e Vygotsky, no chamado método construtivista de ensino aprendizagem, que o entende como um processo social de caráter ativo, em que o conhecimento é fruto da construção social e ativa do aluno, visto que o professor é um agente mediador entre o aluno e a sociedade, e o aluno, por sua vez, é um sujeito ativo na construção de seu desenvolvimento.

A aprendizagem de processos é dirigida e controlada pelos alunos. Relativamente aos conteúdos, estes servem como veículo para desenvolver

os processos. O ensino por investigação permite a aprendizagem de conteúdos e a aplicação dos mesmos, relacionando-as com o fenómeno em estudo. No que respeita às estratégias, os alunos podem encontrar uma forma de sequenciar os processos. Raramente seguem uma progressão linear, muitas vezes retrocedem, reformulam as questões, passam das suas previsões para as hipóteses expressando, assim, os seus pensamentos. Por último, em relação ao contexto, o ensino por investigação promove a utilização da Internet, de livros e de fontes multimídia e fomenta a ligação com outras pessoas da comunidade escolar. Deste modo, é essencial que o professor crie um ambiente estimulante e com recursos acessíveis dentro e fora da escola (VIEIRA, 2012, p. 92).

Diante do exposto acima, fica evidente que o professor deve variar nas suas metodologias, sendo professor pesquisador, que trabalha com o método investigativo indutivo, possuindo maior vantagem na sala de aula. A concepção construtivista oferece ao professor um referencial para a reflexão e fundamentação das decisões que toma no planeamento de uma aula. Portanto, aprendizagem requer do aluno reflexão, criatividade, participação, e auto-organização das informações recebidas.

O professor precisa criar situações desafiadoras em contextos significativos ao aluno, permitindo que ele explore várias possibilidades, mesmo que sejam contraditórias ou falsas. As contradições, que fazem parte do processo de aprendizagem, são depois esclarecidas, exploradas e discutidas. Conforme Bortoni-Ricardo (2008, p 48), “professor pesquisador é aquele que resulta em uma teoria prática operacionalizando o processo de ação-reflexão-ação”, isto é, proporcionar aos alunos atividades que possam vivenciar a ciência.

Atividades de experimentação: proporcionam a reflexão, o levantamento de hipóteses, o desenvolvimento e a construção de ideias, bem como o conhecimento de procedimento diversos, como testar hipóteses e levantar conclusões, e as atitudes que valorizam o trabalho em grupo e a criatividade. As provas práticas que envolvem experimentos simples, os relatórios e as fichas de observação são instrumentos avaliativos importantes para esse tipo de atividade. (VIZENTIN 2009, p.91).

Para reforçar essa reflexão, destaca-se o pensamento de Paulo Freire (1987), ao afirmar que as experiências não devem ser realizadas frente ao aluno, mas pelo aluno, ao que chamou de um ensino investigativo, pois assim, o professor assume o papel de facilitador da aprendizagem e a educação se torna problematizada, proporcionando o desenvolvimento crítico do aluno. “As atividades de pesquisa constituem em conteúdo procedimentais que enfatizam os conteúdos conceituais. As habilidades dos alunos de pesquisar e associar devem ser avaliadas durante a aprendizagem.” (VIZENTIN 2009, p.91).

Bortoni-Ricardo (2008) fala que a pesquisa deve iniciar com perguntas exploratórias sobre temas que podem constituir problemas, que levem o aluno a investigar e levantar hipóteses do que está vendo na teoria e vendo na prática. Ao se procurar esclarecer o conceito de ensino por investigação, verifica-se que existe uma grande diversidade de definições, em que cada autor dá a sua contribuição. Por exemplo, para alguns autores, relaciona-se com a atividade científica, para outros se caracteriza através dos processos científicos, outros associam-no à resolução de problemas ou ensino por descoberta e há autores que juntam mais do que uma destas perspectivas.

Conforme Porto (2009), um dos instrumentos muito utilizado como estratégias na ciência é o modelo, isto é, um apoio visual concreto que contribui para construir uma imagem mental, uma ideia do objeto de estudo por suas semelhanças, quando não é possível observar na prática o próprio objeto investigado.

O modelo deve ser usado, prioritariamente, em situações em que não é possível observar objeto de estudo no próprio entorno. Eles podem ser construídos pelas crianças junto com o professor ou ser apresentado por ele às crianças, devendo o professor observar e avaliar os recursos disponíveis e as habilidades dos alunos ao construir, adequando-os ao nível de escolaridade em que se encontram. (PORTO, 2009, p.52).

Ainda segundo o autor em referência, outro método utilizado é a maquete, que se constitui como um recurso bastante explorado, quando se deseja representar de forma tridimensional determinado espaço físico, trabalhando com proporção, escala, espaço e localização, estimulando as habilidades motoras, a abstração e o senso de proporção.

O grau de dificuldade e complexidade de uma maquete depende do nível de escolaridade dos alunos, do material disponível e do objetivo que se pretende atingir ao executá-la. O trabalho final deve ser facilmente compreendido, mas não necessariamente ser uma reprodução perfeita. (PORTO, 2009, p. 54).

As maquetes são recursos didáticos de extrema importância para o ensino, podendo ser utilizada de várias maneiras para representar os aspectos do meio ambiente e entre outros, assim possibilitando uma melhor demonstração da realidade. A utilização de recursos didáticos visa auxiliar o professor e o estudante nos processos educativos, com a contribuição do meio para facilitar, incentivar ou possibilitar a mediação.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1. LOCAL DE APLICAÇÃO DO PRODUTO

Este trabalho foi desenvolvido em uma escola municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental situada no bairro do Caranazal, Travessa Professor Luiz Barbosa, Nº 1744, na cidade de Santarém, estado do Pará, que atende a clientela local e dos bairros vizinhos, possuindo boa estrutura e em suas proximidades localizam-se três universidades: UFOPA, UEPA e IESPES.

A instituição foi fundada em 22 de dezembro de 1956, e atualmente conta com um quadro funcional composto de: 01 diretor, 02 pedagogas, 18 professores do fundamental e 08 da Educação Infantil, 01 secretária, 04 auxiliares administrativos, 04 serventes e 02 vigias para atender a uma clientela de 463 alunos do 1º ao 9º ano, nos turnos matutino e vespertino, segundo o censo da escola de 2015.

A escola funciona em um prédio de alvenaria; possui um andar ligado por escadaria, dispõe de: uma biblioteca (térreo), uma sala de professores, uma sala da direção e coordenação pedagógica, uma sala de recursos multifuncionais para atendimento Educacional Especializado (AEE), uma sala para a secretaria, uma cozinha, uma despensa, um refeitório, um almoxarifado e um laboratório de informática (térreo) , quatro salas (1º andar) , quatro salas (no térreo), oito banheiros (quatro masculinos e quatro femininos), um banheiro dos professores e um banheiro para os alunos especiais (cadeirantes).

Além do ensino formal, a escola ainda desenvolve atividades complementares, tais como: Programa mais Educação, Programa Segundo Tempo - ambos do governo Federal, Casinha de Leitura e Projeto Piloto do Livro Digital.

As diretrizes pedagógicas do educandário são norteadas pela pedagogia construtivista, com ênfase na tendência crítico social dos conteúdos, na qual o aluno constrói seu conhecimento. O professor incentiva e orienta a busca de novos conhecimentos, priorizando o diálogo autêntico em que educador e educando se encontram mediatizados pelo objeto a ser conhecido, ou seja, o conteúdo. O método enfatiza a importância do erro não como um tropeço, mas como um trampolim na rota da aprendizagem. A teoria condena a rigidez nos procedimentos de ensino, as avaliações padronizadas e a utilização de material didático demasiadamente estranho ao universo pessoal do aluno.

As disciplinas estão voltadas para a reflexão e auto avaliação, portanto a escola não é considerada rígida. Mais do que uma linha pedagógica, o construtivismo é uma teoria psicológica que busca explicar como se modificam as estratégias de conhecimento do indivíduo no decorrer de sua vida.

Em função disso, a Escola dá mais valor ao processo de aprendizagem coletiva (participação em discussões, assembleias, votações etc.) do que aos conteúdos de ensino. Como decorrência, a ação educativa somente faz sentido numa prática social junto ao povo, razão pela qual se preferem as modalidades de educação popular “não formal”.

## 5.2. DESCRIÇÃO DO PRODUTO

Este material consiste em um guia didático de apoio ao professor voltado para o tema Energia Eólica no Ensino Fundamental II, através de Ensino por Investigação. Nele são apresentados os principais conceitos de vento e as suas principais características. Além disso, é abordada a história do uso da Energia Eólica desde os povos primitivos até os dias atuais, dando ênfase no processo de geração eletricidade. Também é destacado as vantagens e desvantagens da utilização do recurso eólico como fonte alternativa de energia.

Esse material possui um conjunto de 4 experimentos simples que podem ser montados com a utilização de materiais de fácil acesso e baixo valor financeiro. Este produto encerra-se com a montagem de uma pequena maquete representando uma cidade abastecida por energia elétrica proveniente de uma usina eólica, uma vez que a visualização do objeto em estudo é fator determinante no processo ensino-aprendizagem.

O objetivo deste trabalho é oferecer ao docente da educação básica, em especial ao professor de Ciências do 9º Ano do Ensino Fundamental que ministra aulas de Física, um material didático inovador de apoio que auxilie a sua prática docente referente ao tema Energia Eólica.

## 5.3. APLICAÇÕES DAS AULAS

As aulas foram ministradas seguindo os passos pré-estabelecido para o desenvolvimento das atividades em sala de aula. Isso contribuiu para a maior

eficiência na abordagem do tema. As atividades proporcionaram aos alunos a oportunidade de conhecer a Energia Eólica como fonte geradora de eletricidade, verificando na prática o que determina a teoria. O desenvolvimento do tema nas aulas ocorreu em etapas, sendo que cada etapa correspondeu a uma aula, favorecendo, dessa forma, o melhor entendimento e demonstração do ensino aos alunos, traçando assim, objetivos diferentes a cada aula.

Esta etapa é importante, pois conforme Nunes (2018) que confirma a teoria de Carvalho (2017) e Vieira (2012), o ensino por investigação envolve tarefas multifacetadas como: a realização de observações; a colocação de questões; a pesquisa em livros e outras fontes de informação; o planeamento de investigações; a revisão do que já se sabe sobre a experiência; a utilização de ferramentas para analisar e interpretar dados; a exploração, a previsão e a resposta à questão, vem como a comunicação dos resultados.

Diante disto, o trabalho foi realizado em etapas. Na primeira etapa foi aplicado um questionário constituído de questões semiestruturadas com perguntas e assertivas fechadas a fim de verificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema em discussão, uma vez que eles já haviam estudado eletricidade em carácter introdutório, conforme o conteúdo programático de ensino da secretaria municipal de educação de Santarém-Pará.

Na segunda etapa foi apresentada aos alunos do Ensino Fundamental II do 9º Ano uma lista de problemas contendo 6 questões que tratam de Energia Eólica e produção de eletricidade. Além disso, foram realizados os experimentos 1 e 2 com o intuito de investigar e encontrar respostas para os problemas referentes às questões, respectivamente, 1, 2 e 3.

Esta etapa foi aplicada baseada no segundo pressuposto de Vieira (2012), que destaca que nas atividades norteadas por ensino de investigação, os alunos devem se sentir interessados em participar, colocando uma ou mais questões que sejam interessantes para eles alcançarem os objetivos propostos para cada sequência didática de investigação sobre energia eólica.

Após os experimentos da segunda etapa, foram realizadas então a terceira e a quarta parte dos procedimentos planejados, que se resumem nas discussões e debates dos problemas referentes às questões anteriores citadas. As discussões e os debates são características marcantes do processo ensino por investigação, uma vez que alunos e professor interagem sobre o tema em estudo.

Na quinta etapa, foram realizados os experimentos 3 e 4, dessa vez para investigar e encontrar as respostas dos problemas referentes às questões, respectivamente, 4, 5 e 6, finalizando a lista de problemas apresentados, que condizem com o terceiro e quarto pressuposto de Vieira (2012), no qual oportuniza a discussão entre os alunos, assim como os mecanismos para comprovarem ou refutarem suas hipóteses, além de estabelecer uma relação entre os alunos e o professor, que se coloca como orientador, dando liberdade ao aluno no processo de construção do seu próprio conhecimento, assegurando já um alicerce para etapa seguinte.

Na sexta etapa, novamente, foram realizados os debates e as discussões e das questões citadas anteriormente, a fim de verificar se o ensino e aprendizagem dos alunos, assim como os objetivos propostos, foram alcançados.

Na sétima e oitava etapas, o professor e os alunos construíram uma maquete para representar uma usina de Energia Eólica, mostrando a importância do tema em estudo para a produção de eletricidade.

Na nona etapa, foi aplicada uma avaliação aos alunos, com o objetivo de saber se o processo ensino-aprendizagem associado à aplicação do projeto foi eficiente.

Ao todo foram ministradas nove aulas, sendo três aulas por semana, perfazendo, portanto, um total de três semanas referentes ao período do 4º bimestre do ano letivo de 2017, na turma de 9º Ano, do turno matutino de uma escola pública do município de Santarém-Pa.

#### 5.4. PLANEJAMENTO DAS AULAS

Conforme Praxedes (2015), é possível e necessário implantar a Física no currículo do aluno desde cedo fazendo a introdução dos assuntos que serão trabalhados sucintamente no Ensino Médio, de modo que ele se adapte e compreenda os conceitos físicos, conseguindo relacioná-los com situações em seu dia a dia, fazendo já uma investigação através de aulas práticas, uma vez que o aluno já começa a ter um contato direto com a Física na disciplina de Ciências.

#### **5.4.1. Planejamento da aula 1**

A aula intitulada “Investigando o Ensino da Física” teve como questão norteadora: quais os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema Energia Eólica e a geração de eletricidade? Essa atividade teve como finalidade identificar os conhecimentos prévios dos alunos referentes aos tópicos abordados. A estratégia utilizada foi a aplicação de um questionário.

#### **5.4.2. Planejamento da aula 2**

A aula intitulada “Conceitos e Aplicações da Energia Eólica” apresentou duas questões como referências. A questão 1, o que é o vento? Teve como finalidade conhecer o vento e as suas principais características. A questão 2, o que é Energia Eólica e quais são as suas principais aplicabilidades? Apresentou como objetivos conhecer a energia proveniente do vento e a sua utilização para a produção de eletricidade. A estratégia utilizada para investigar os problemas propostos foi a realização de experimentos em sala de aula.

#### **5.4.3. Planejamento das aulas 3 e 4**

Essas aulas tiveram como tema “Conceitos e Características do Vento e a Energia Eólica”. A pergunta norteadora foi: quais os pontos de vistas dos alunos sobre os problemas apresentados? O seu objetivo foi socializar e discutir as observações feitas pelos alunos; discutir os novos conceitos apresentados pelo professor e debater as hipóteses levantadas em sala sobre os fenômenos observados. As estratégias metodológicas utilizadas para a realização dessa atividade foram as discussões e os debates entre alunos e professor.

#### **5.4.4. Planejamento da aula 5**

A aula intitulada “Investigando os Conhecimento a Respeito da Física” teve como problemática as perguntas: O que é um gerador? Como ocorre o processo de

geração de eletricidade por meio da utilização da Energia Eólica? Quais as vantagens e desvantagens de usar a Energia Eólica como fonte alternativa de energia?

Os objetivos principais da aula foram: conhecer um gerador e as suas principais características; compreender o processo de geração de eletricidade utilizando a Energia Eólica e conhecer as suas vantagens e desvantagens como fonte alternativa de energia. As estratégias metodológicas utilizadas foram as discussões e os debates entre alunos e professor.

#### **5.4.5. Planejamento da aula 6**

A aula denominada “O que é um gerador elétrico e como ocorre a produção de eletricidade através da força do vento?” apresentou como pergunta norteadora: quais os pontos de vista dos alunos sobre os problemas apresentados? O objetivo da aula foi socializar e discutir as observações feitas pela turma; discutir os novos conceitos apresentados pelo professor e debater as hipóteses levantadas referentes aos fenômenos ocorridos. As estratégias utilizadas foram as discussões e os debates entre alunos e professores.

#### **5.4.6. Planejamento das aulas 7 e 8**

O objetivo central das aulas 7 e 8 foi construir uma maquete para trabalhar como recurso metodológico da investigação da energia eólica, tendo como pergunta norteadora: Como construir uma usina eólica? Isso demonstra que, ao adquirir conhecimentos de Física, os alunos estarão construindo uma base sólida e uma estrutura lógica que os auxiliarão no ensino médio na disciplina específica de Física, pois, ao oportunizá-lo a descoberta da interação entre teoria e prática, os conhecimentos adquiridos só irão se ampliar, permitindo-lhes cada vez mais o desenvolvimento intelectual, cognitivo e emocional.

#### **5.4.7. Planejamento da aula 9**

A problemática da nona aula foi verificar: quais são os pontos positivos e negativos referente à aplicação deste projeto? Os alunos alcançaram os objetivos propostos para as atividades desenvolvidas em sala de aula?

## 5.5. DESCRIÇÃO DAS AULAS

### 5.5.1. Aula 1

Nessa aula foi desenvolvida a aplicação de um questionário referente ao tema apresentado no início deste trabalho junto aos alunos. O questionário possui 8 questões objetivas distribuídas entre perguntas e assertivas. O caráter objetivo das questões propostas no questionário apresentou a finalidade de fazer com que todos os alunos participassem da pesquisa, evitando, dessa forma, respostas em branco. Ao todo 34 alunos responderam o questionário, em um intervalo de tempo que variou entre 10 a 40 minutos.

### 5.5.2. Aula 2

Nessa aula foi desenvolvido o processo investigativo parte 1, sendo iniciado com a apresentação aos alunos de uma lista de 6 questões problemas, assim como a realização de experimentos. Nessa etapa foram realizados os experimentos 1 e 2 e investigadas as questões 1, 2 e 3.

As questões problemas presentes na lista citada acima foram:

1 - O que é vento?

2 – Quais as principais características do vento?

3 – O que é a energia eólica e quais as suas principais aplicabilidades?

4 - O que é um gerador elétrico?

5 - Como ocorre o processo de geração de eletricidade por meio da utilização da energia eólica?

6 - Quais as vantagens e desvantagens de usar a energia eólica como fonte alternativa de energia?

Observa-se que a aula 2 inicia-se com a apresentação de um conjunto de 6 perguntas, ou seja, com um problema. Essa característica é importante, pois, não há investigação sem problema (BRASIL, CENFOP, 2011, p. 05).

Para responder as questões 1 e 2 foi realizado o experimento 1. O professor, com um ventilador desligado em suas mãos e com o auxílio de uma extensão de

energia, caminhou pela sala de aula entre as cadeiras dos alunos, fazendo-lhes a seguinte pergunta: Qual fenômeno se pode observar produzido a partir do ventilador, quando ele se aproxima de você?

A figura 5.1 mostra o professor andando em sala de aula entre as cadeiras dos alunos com o ventilador em suas mãos.

Figura 5.1 – Professor andando entre as cadeiras dos alunos com o ventilador em suas mãos



Fonte: Própria (2017)

Na etapa seguinte, porém, com o ventilador ligado, o professor voltou a caminhar em sala de aula entre as cadeiras dos alunos, fazendo a mesma pergunta de quando o ventilador estava desligado. Assim, os alunos puderam perceber a diferença entre os fenômenos observados e fazer as suas considerações.

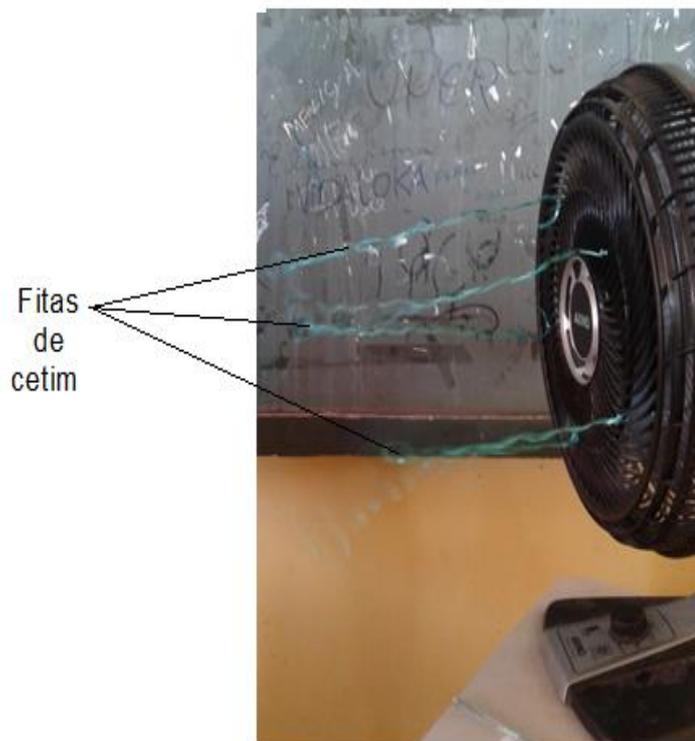
Ainda com o ventilador ligado, o professor variou as intensidades do vento em baixa, média e alta através do cursor que liga e desliga o ventilador. Esse fato, proporcionou aos alunos observarem as diferentes intensidades do vento. Nestas condições, foi feita a seguinte pergunta: Variando as intensidades dos ventos em baixa, média e alta, o que se pode concluir?

Para responder a questão 3, foi realizado o experimento 2. O professor colocou sobre uma mesa (da sala de aula) um ventilador e amarrou em sua grade de proteção, na região frontal, fitas de cetim com 30 cm de comprimento e 3 mm de espessura. Foi verificado que, ao ligar o ventilador, as pequenas fitas de cetim se alinhavam na direção do vento e voltavam à posição de equilíbrio, assim que o

ventilador era desligado. A partir dessa observação, foi feita a seguinte pergunta: Por que quando o ventilador está ligado, as fitas de cetim ficam orientadas na direção do vento e quando ele é desligado, elas retornam a sua posição de equilíbrio?

A figura 5.2 mostra as fitas de cetim orientadas na direção do vento produzido pelo ventilador. Nessa etapa, o professor variou novamente as intensidades do vento em baixa, média e alta, com o objetivo de observar o comportamento das fitas de cetim para cada intensidade do vento.

Figura 5.2 – Fitas de cetim alinhadas na direção do vento



Fonte: Própria (2017)

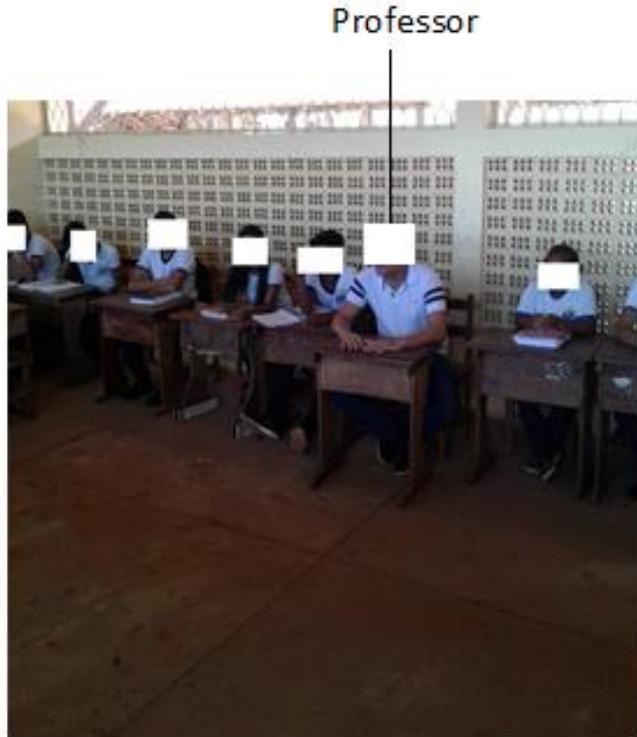
### 5.5.3. Aulas 3 e 4

As aulas 3 e 4 foram iniciadas com a discussão das questões problemas 1, 2 e 3 apresentadas na aula 2. Essas discussões tiveram como referência os experimentos 1 e 2. Os alunos expuseram os seus pontos de vista referentes aos fenômenos presenciados, discutindo e analisando os conceitos físicos envolvidos neles.

O professor aproveitou a oportunidade para discutir um pouco mais sobre os conceitos envolvidos nas atividades. A figura 5.3 mostra a socialização (discussões e

debates) entre professor e alunos sobre as questões (problemas) 1, 2 e 3 investigadas em sala aula.

Figura 5.3 – Socialização das questões 1, 2 e 3



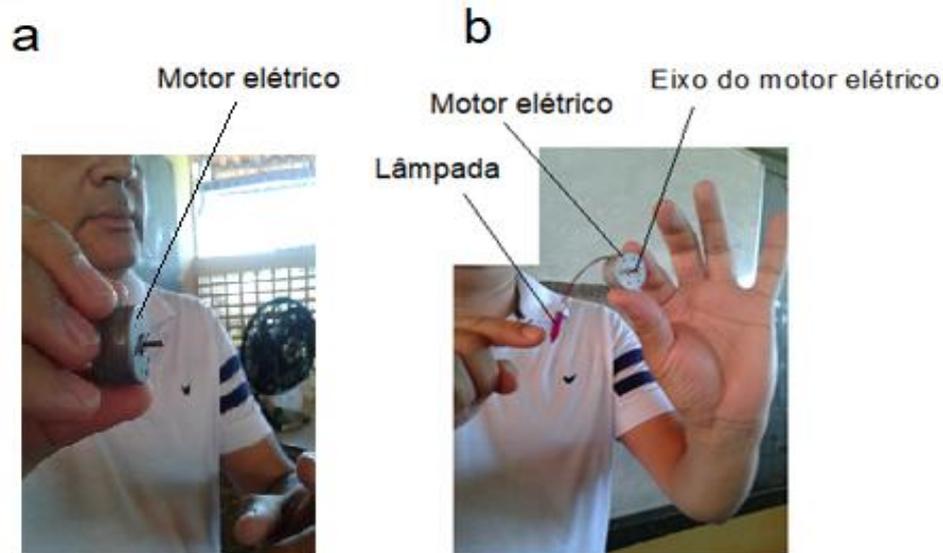
Fonte: Própria (2017)

#### 5.5.4. Aula 5

Para responder a questão 4, proposta na aula 2, foi realizado o experimento 3. O professor utilizou um pequeno motor elétrico extraído de uma máquina de impressão, conectando os seus terminais elétricos através de fios condutores de pequenos diâmetros nos terminais elétricos de uma pequena lâmpada de árvore de natal. Após esse procedimento, foi verificado que a pequena lâmpada não emitiu nenhum pulso luminoso. Nessas condições, foi feita a seguinte pergunta: Por que a pequena lâmpada não emitiu luz após ser conectada aos terminais do pequeno motor elétrico?

A figura 5.4 mostra um motor elétrico de uma máquina de impressão, em que a figura 5.4a é uma pequena lâmpada de árvore de natal conectada aos terminais do motor elétrico, mostrado na figura 5.4b.

Figura 5.4 – Motor elétrico e configuração motor elétrico lâmpada de árvore de natal



Fonte: Própria (2017)

Na etapa seguinte, o professor com auxílio das mãos aplicou um pequeno giro no eixo do motorzinho que se encontrava acoplado à lâmpada, com isso, foi observada a emissão de luz a partir da lâmpada durante um intervalo muito pequeno de tempo, não sendo possível o registro desse fenômeno. Com a nova configuração, foi feita a seguinte pergunta: Por que ao girar o eixo do motor elétrico a lâmpada emitiu luz?

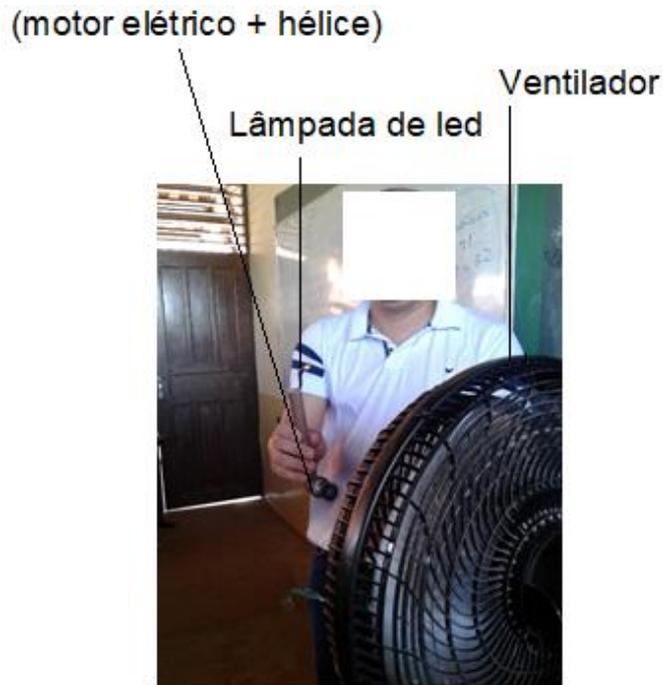
Para responder as questões 5 e 6 propostas na aula 2 foi realizado o experimento 4. No experimento 3, quando se aplicava um pequeno giro no eixo do pequeno motor elétrico, cujos terminais elétricos estavam conectados aos terminais elétricos de uma pequena lâmpada de árvore de natal, foi verificada a emissão de luz a partir dessa lâmpada por um intervalo de tempo muito pequeno.

No experimento 4, para observar a luz emitida pela lâmpada por um período mais longo de tempo, foi conectado ao eixo do motor elétrico uma pequena hélice que, em contato com o vento produzido por um ventilador, adquiriu movimento de rotação e, conseqüentemente, produção de eletricidade a partir da energia do vento. Assim, foi feita a seguinte pergunta: Quais são as energias envolvidas neste processo de geração eletricidade e como ocorre essa transformação?

A figura 5.5 mostra a pequena lâmpada emitindo luz quando a hélice acoplada no eixo do motor elétrico recebe o vento do ventilador. A visualização da lâmpada emitindo luz ficou comprometida devido ao ambiente, sala de aula, ser bastante

iluminado. Na etapa final da aula foi feita mais uma pergunta: Quais as vantagens e desvantagens de usar a energia eólica como fonte alternativa de energia?

Figura 5.5 – Produção de eletricidade a partir da força do vento



Fonte: Própria (2017)

### 5.5.5. Aula 6

Assim como nas aulas 3 e 4, a aula 6 foi iniciada com a discussão das questões problemas 4, 5 e 6 apresentadas na aula 2. Mais uma vez, os experimentos foram determinantes para o sucesso dessa atividade. Os alunos participaram de forma efetiva na discussão dos problemas, expondo os seus posicionamentos sobre os fenômenos observados. Repetindo a estratégia das aulas 3 e 4, o professor discutiu um pouco mais os conceitos físicos envolvidos no processo investigativo, assim como as hipóteses levantadas pelos alunos, permitindo-lhes, dessa forma, a construção do seu próprio conhecimento.

### 5.5.6. Aulas 7 e 8

As aulas 7 e 8 iniciaram com a construção de uma pequena maquete para representar uma usina eólica, mostrando aos alunos que em uma escala maior, a

Energia Eólica pode ser utilizada como fonte alternativa de energia em substituição às formas tradicionais de produção de energia elétrica, alimentando, dessa forma, cidades inteiras com eletricidade.

A figura 5.6 mostra uma aluna confeccionando o cenário da maquete. Esta etapa contou com a participação dos demais alunos, sendo que cada um deles contribuiu de forma efetiva com a realização do projeto.

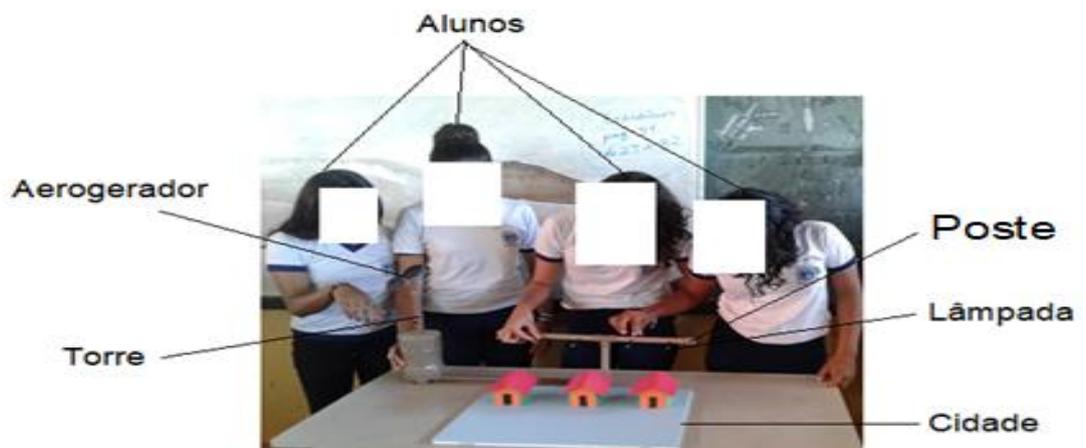
Figura 5.6 – Convecção do cenário da maquete



Fonte: Própria (2017)

A figura 5.7 mostra um grupo de alunos fazendo a montagem final da maquete da usina de energia eólica. É possível observar a torre do aerogerador, o poste de transmissão de energia elétrica, as lâmpadas no poste e uma cidade recebendo a energia produzida.

Figura 5.7 – Maquete de uma usina de energia eólica



Fonte: Própria (2017)

A figura 5.8 mostra o resultado final da construção da maquete da usina de Energia Eólica em funcionamento. Neste caso, a energia proveniente do vento por meio de um aerogerador e um processo eletromagnético é convertida em Energia Elétrica. Esse fenômeno pode ser verificado ao observar as lâmpadas do poste emitindo luz. A energia produzida pela usina eólica foi utilizada para abastecer a pequena cidade.

Figura 5.8 – Maquete da usina de Energia Eólica em funcionamento



Fonte: Própria (2017)

### 5.5.7. Aula 9

Nesta aula foi aplicada uma atividade avaliativa contendo 8 questões. As questões fazem referência ao questionário aplicado inicialmente aos alunos. Ao comparar o resultado do questionário e da avaliação foi possível identificar a eficiência do processo ensino-aprendizagem dos alunos. Além disso, foi perguntado à turma quais os pontos positivos e negativos que foram relevantes para a sua formação em consequência da aplicação deste projeto.

## 5.6. EXPERIMENTOS REALIZADOS

Os experimentos realizados neste trabalho são considerados simples, produzidos com materiais de fácil acesso e de baixo custo. A ideia principal não é trabalhar com experimentos sofisticados e de alto valor financeiro e sim utilizar experimentos que auxiliem no processo ensino-aprendizagem dos alunos referente ao tema Energia Eólica, dando ênfase ao processo geração de eletricidade.

Os experimentos desenvolvidos em sala de aula deram suporte ao processo ensino por investigação, além disso, proporcionou aos alunos uma abordagem diferenciada do tema em discussão. Isso possibilitou aos alunos uma visão mais ampla acerca dos conceitos da Física encontrados nos livros didáticos. Ao todo foram realizados 4 experimentos que foram denominados: experimento 1, experimento 2, experimento 3 e experimento 4.

### 5.6.1. Experimento 1

Os materiais utilizados para a realização desse experimento foram: 01 ventilador, 01 extensão de eletricidade de 10 metros de comprimento e fitas de cetim com 30 cm de comprimento e 3 mm de largura.

Durante o processo de montagem, as fitas de cetim foram amarradas na grade de proteção do ventilador para representar as rajadas de vento produzidas pelo ventilador ao ser ligado em uma rede de tensão elétrica.

Após o procedimento de montagem, o professor caminhou pela sala de aula segurando o ventilador em suas mãos, primeiro com ele desligado e, na sequência, com ele ligado. Ao variar as intensidades dos ventos em baixa, média e alta, através do curso que liga e desliga o ventilador, os alunos puderam observar e analisar de forma mais detalhada o conceito do vento.

Os objetivos do experimento foram: i) observar o vento; ii) entender o seu conceito; iii) identificar as suas principais características.

A figura 5.9 mostra o professor executando o experimento 1 em sala de aula, estratégia usada no processo investigado desenvolvido.

Figura 5.9 – Experimento 1

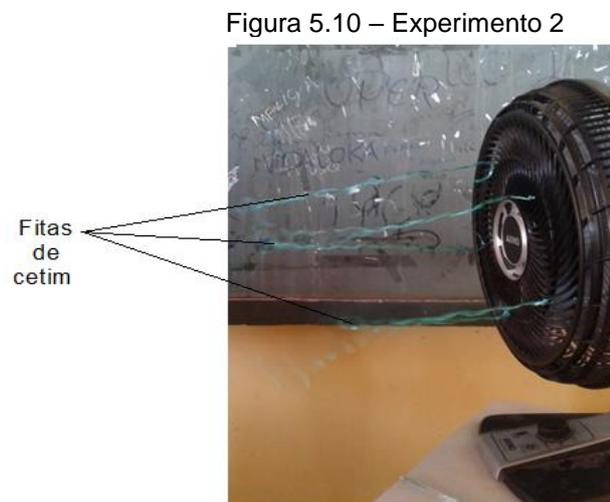


Fonte: Própria (2017)

### 5.6.2. Experimento 2

Os materiais utilizados para a realização do experimento 2 foram: 01 mesa, 01 ventilador, 01 extensão de eletricidade e fitas de cetim de 30 cm de comprimento e 3 mm de largura.

Para a montagem desse experimento, foi utilizado o mesmo arranjo produzido no experimento 1 (conjunto de fitas de cetim amarradas na tela de proteção do ventilador) que foi colocado sobre uma mesa como mostra a figura 5.10



Fonte: Própria (2017)

Ao ligar o ventilador, as fitas eram deslocadas para a horizontal, alinhando-se na direção do vento. Com o ventilador desligado, as fitas voltavam à posição de origem. Esse experimento permitiu aos alunos a identificação de uma forma de energia presente no vento.

Os objetivos do experimento foram: i) identificar se há no vento alguma forma de energia; ii) verificar quais as suas aplicabilidades.

### 5.6.3. Experimento 3

Os materiais utilizados neste experimento foram: 01 pequeno motor elétrico de impressora, fios condutores de pequeno diâmetro e 01 pequena lâmpada de árvore de natal.

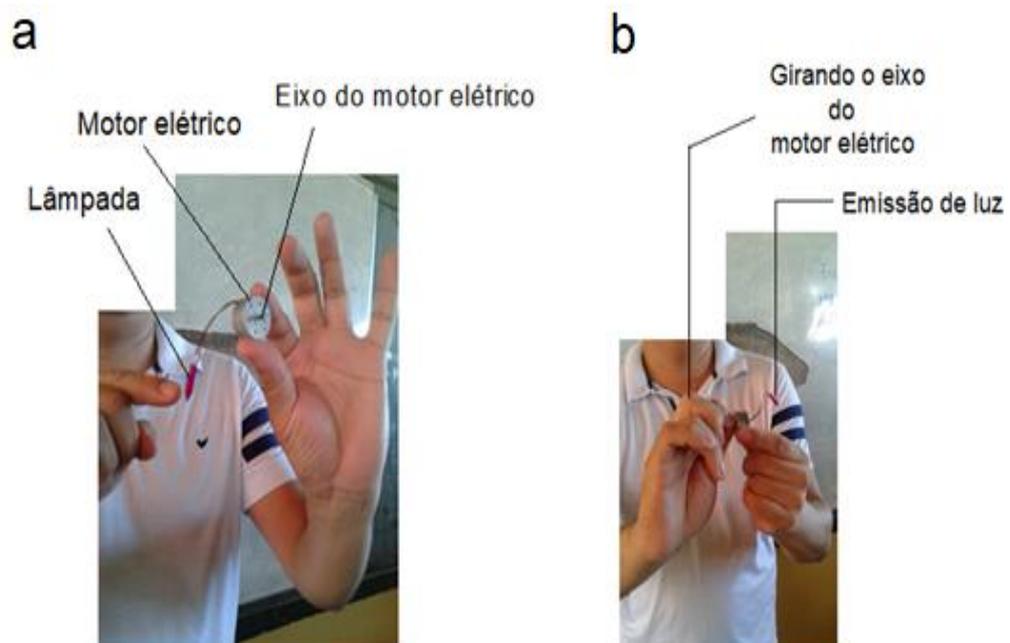
Durante o processo de montagem, foram conectados os terminais elétricos do motor elétrico e da lâmpada, por meio de fios condutores, formando um novo dispositivo 1.

Após o procedimento de montagem o dispositivo 1 (motor elétrico + pequena lâmpada de árvore de natal), foi apresentado aos alunos e deixado para observação por alguns minutos, a fim de eles identificarem possíveis fenômenos causados pela conexão entre os dois elementos que constitui o dispositivo 1. Na etapa seguinte, foi aplicado ao eixo do motor elétrico um pequeno giro, fato que proporcionou a emissão de luz a partir da pequena lâmpada por um curto intervalo de tempo. Este experimento permitiu aos alunos conhecerem o conceito de gerador elétrico e identificarem as suas principais características.

Os objetivos do experimento foram: i) conhecer um gerador elétrico; ii) identificar as suas principais características.

A figura 5.11 mostra a execução do experimento 3 em sala de aula. Nela, é possível observar que quando a pequena lâmpada de árvore de natal está conectada aos terminais do motor elétrico, nenhum efeito luminoso é observado (figura a), porém, ao ser aplicado um giro do eixo do motor elétrico, a luz é emitida pela lâmpada por um pequeno intervalo de tempo (figura b).

Figura 5.11 – Experimento 3



Fonte: Própria (2017)

#### 5.6.4. Experimento 4

Os materiais utilizados neste experimento foram: o dispositivo 1 (motor elétrico + pequena lâmpada), 01 pedaço de cano de  $\frac{1}{2}$  polegada com 10 cm de comprimento, 01 conexão de cano (joelho de  $\frac{1}{2}$  polegada) e 01 pequena hélice.

No decorrer do processo de montagem, conectou-se uma das extremidades do cano a uma das extremidades do joelho, formando um objeto em formato de L. Uniu-se a extremidade livre do cano em formato de L aos terminais elétricos do motor elétrico do dispositivo 1, permitindo que os fios condutores e a pequena lâmpada conectados a esses terminais passem por dentro do cano em formato de L vindo a sair em sua outra extremidade livre, encaixou-se uma pequena hélice no eixo do motor, com isso, formando um sistema de produção de energia elétrica, a partir da energia eólica, como mostra a figura 5.12.

Figura 5.12 – Experimento 4



Fonte: Própria (2017)

A hélice, ao entrar em contato com o vento, adquiriu movimento de rotação, transmitindo-o ao eixo do motor elétrico, induzindo, desse modo, o aparecimento de luz, a partir da lâmpada. Este experimento proporcionou aos alunos conhecerem o processo de produção de eletricidade, a partir da força do vento, assim como os conceitos físicos envolvidos nesse processo.

O objetivo do experimento foi: i) conhecer o processo de produção de energia elétrica, a partir da energia eólica; ii) conhecer as vantagens e desvantagens do processo de utilização de energia para a produção de energia elétrica.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1. INTRODUÇÃO

As análises e discussões presentes nesse trabalho são frutos das atividades desenvolvidas durante a aplicação desse projeto em sala de aula. O tema discutido faz referência aos conceitos da energia eólica e às suas principais aplicações. Em paralelo a esse tema, foram estudados, porém de forma superficial, os conceitos mais importantes do eletromagnetismo, a fim de garantir a coerência entre as ideias apresentadas e estudadas ao longo desse trabalho.

Os resultados da primeira atividade desenvolvida em sala de aula são apresentados nas figuras 6.1 - 6.8. Trata-se de um questionário constituído de 8 questões que apresentou como objetivo: identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema em discussão.

A seguir são apresentados os resultados da segunda atividade realizada na turma, fazendo a correlação da teoria com a prática, como forma de verificar se os objetivos propostos foram alcançados no decorrer da experimentação, visto que se trata do estudo de um conjunto de seis questões problemas. Nesse estudo, foram discutidos os conceitos de energia eólica e as suas principais aplicações.

Também são apresentados os resultados da terceira atividade desenvolvida com os alunos do 9º Ano do ensino Fundamental II, o docente titular da disciplina de Ciências e o acadêmico de mestrado, coordenador e desenvolvedor dessas atividades. Trata-se de uma avaliação, cujos objetivos foram: identificar a eficiência do processo ensino-aprendizagem e a relevância do tema energia eólica para o processo formativo do aluno.

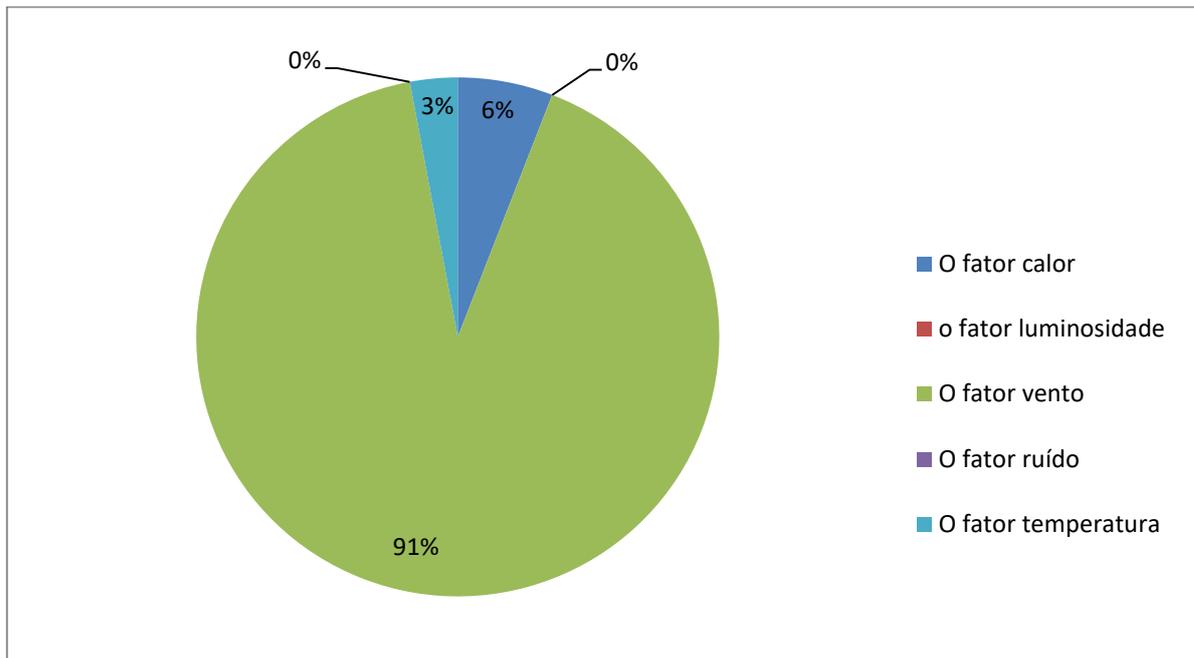
No decorrer das atividades desenvolvidas e das análises realizadas, foram apresentadas as evidências de aprendizagem dos alunos associado ao trabalho desenvolvido, as suas motivações e as dificuldades encontradas pelo professor em aplicar esse projeto, devido à grande importância de unir a teoria à prática, outrora o objetivo da ciência é fazer o educando um indivíduo pensante, que investigue que vá além das linhas e das páginas do caderno e do livro didático, sendo esta inclusive uma das habilidades exigida na grade curricular de ensino do município de Santarém, que destaca que o aluno deve sair do Ensino Fundamental II, sabendo as introduções do conteúdo de Física.

## 6.2. ANÁLISE E DISCUSSÃO DO QUESTIONÁRIO

Na questão 1, foi feita a seguinte pergunta: Qual fator pode ser mencionado para explicar o balançar das roupas penduradas no varal? Com o objetivo de encontrar uma explicação para o fenômeno citado e direcionar os alunos ao tema energia eólica. Para isso, foram apresentadas cinco alternativas como possível resposta para o caso, entre elas, foi escolhida apenas uma pelos alunos.

- ( ) O fator calor.
- ( ) O fator luminosidade.
- ( ) O fator vento.
- ( ) O fator ruído.
- ( ) O fator temperatura.

Figura 6.1: Organização das respostas referentes à questão 1



Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

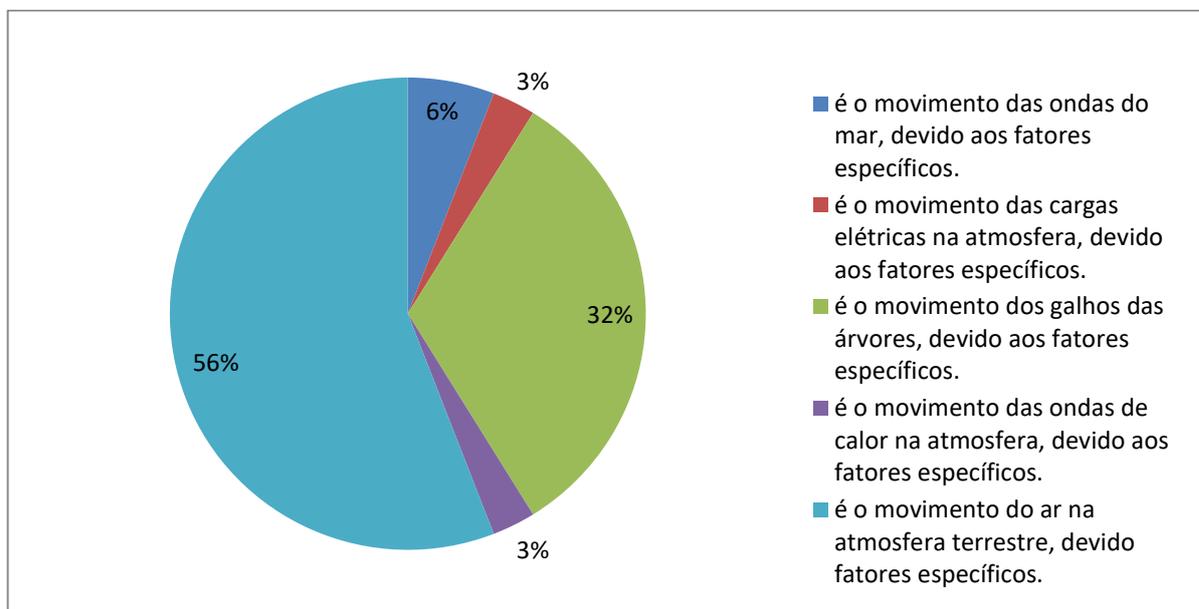
A figura 6.1 mostra a distribuição das respostas assinaladas pelos alunos no que concerne à questão 1. Os dados apontam que pouco mais de 91% dos alunos assinalaram a alternativa: *O fator vento*; próximo de 6% optaram por: *O fator calor*; em torno de 3% marcaram: *O fator ruído*; e as demais opções não foram mencionadas pelos alunos.

Os resultados demonstram que os alunos associaram os fenômenos que ocorrem no seu dia a dia com os problemas apresentados em sala de aula, o que lhes possibilitou manifestar suas opiniões. Dessa forma, ficou claro que a maioria desses estudantes têm consciência de que o vento possui energia suficiente para produzir certos movimentos e em dadas condições.

Na questão 2, foi feita a seguinte pergunta: O que é o vento? O objetivo dessa questão é associar os fenômenos que ocorrem no cotidiano dos alunos com os conceitos físicos presentes nos livros didáticos com relação ao tema energia eólica. Nesse sentido, foram apresentadas 5 alternativas como possível resposta a essa pergunta, sendo que uma delas foi escolhida pelos alunos.

- ( ) é o movimento das ondas do mar, devido aos fatores específicos.
- ( ) é o movimento das cargas elétricas na atmosfera, devido aos fatores específicos.
- ( ) é o movimento dos galhos das árvores, devido aos fatores específicos.
- ( ) é o movimento das ondas de calor na atmosfera, devido aos fatores específicos.
- ( ) é o movimento do ar na atmosfera terrestre, devido aos fatores específicos.

Figura 6.2: Organização das respostas referentes à questão 2



Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

A análise da figura 6.2 mostrou que pouco mais de 56% dos alunos assinalaram a alternativa: *é o movimento do ar na atmosfera terrestre, devido a fatores*

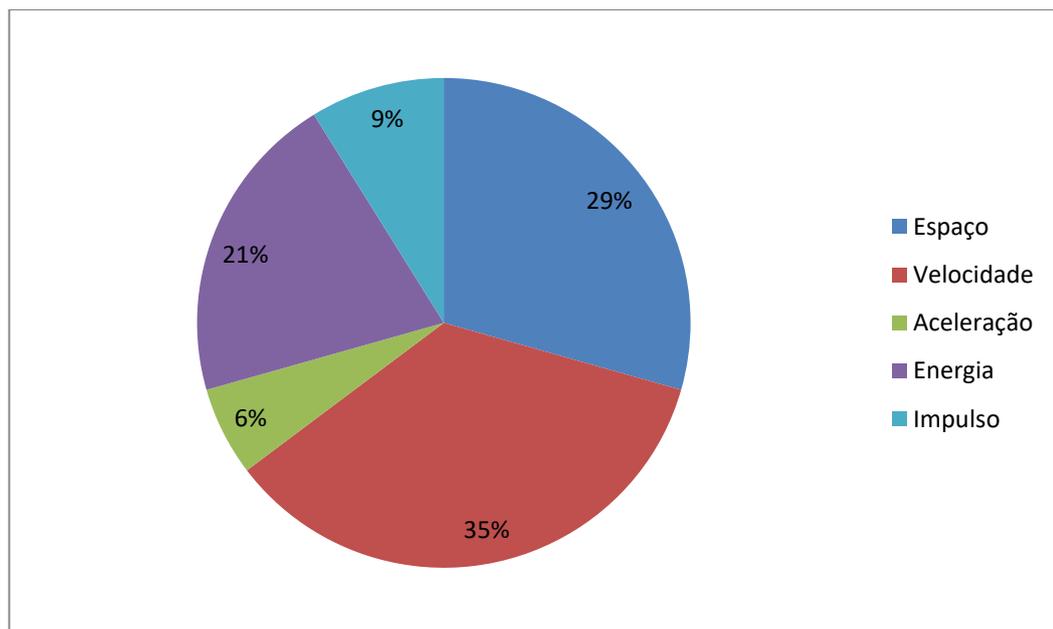
específicos; próximo de 32% optaram por: *é o movimento dos galhos das árvores, devido aos fatores específicos*; perto de 6% marcaram: *é o movimento das ondas do mar, devido aos fatores específicos*; em torno de 3% afirmaram: *é o movimento das cargas elétricas na atmosfera, devido aos fatores específicos*, e o mesmo percentual (3%) disseram: *é o movimento das ondas de calor na atmosfera, devido aos fatores específicos*.

De acordo com os dados apresentados, ficou evidente que a maioria dos alunos têm conhecimento da ideia de vento, associando-o ao conceito mais apropriado à pergunta apresentada. Diante disso, evidencia-se que a discussão acerca desse tema proporcionará ao educando um aprendizado mais eficiente.

Para a questão 3, foi feita a seguinte assertiva: Durante o dia é comum perceber a oscilação da rapidez com que o vento se desloca. Nesse sentido, a característica do vento associado ao termo “rapidez” é o (a):

- ( ) Espaço
- ( ) Velocidade
- ( ) Aceleração
- ( ) Potência
- ( ) Impulso.

Figura 6.3: Organização das respostas referentes à questão 3



Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

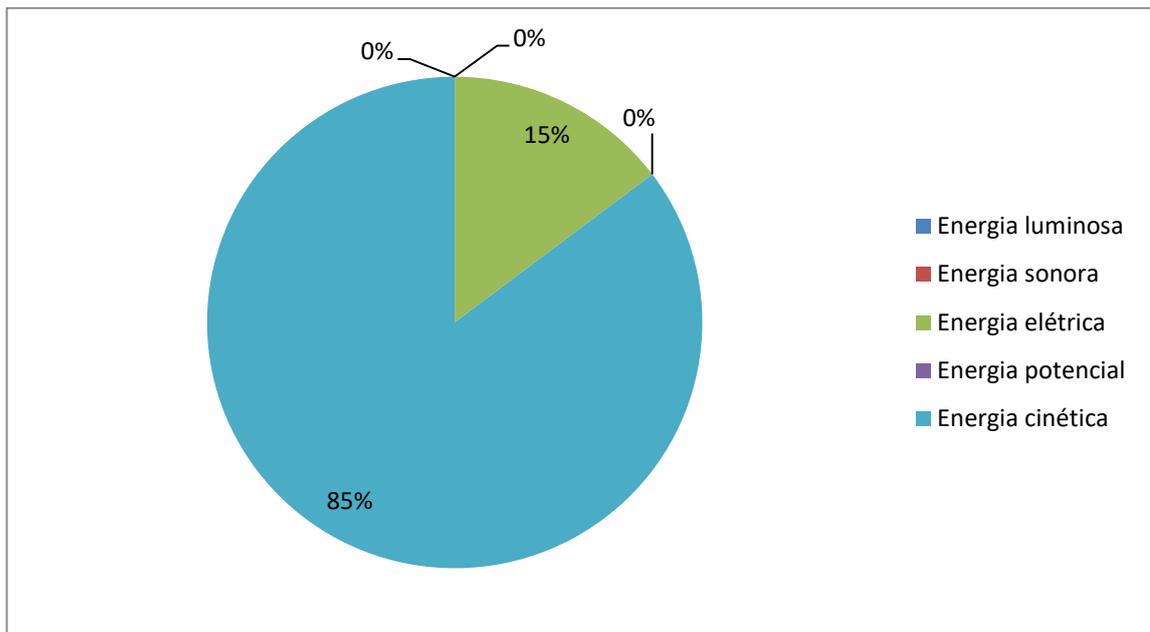
A análise da figura 6.3 mostrou que menos da metade dos alunos, aproximadamente 35%, afirmam que a característica do vento associada ao termo rapidez é a *velocidade*, em torno de 29% dizem que é o *espaço*, um pouco mais de 21% acreditam que é a *energia*, próximo de 9% escolheram a opção *impulso* e perto de 6% marcaram a alternativa *aceleração*.

Esses resultados mostram que os alunos, em sua maioria, desconhecem que o termo rapidez faz referência à velocidade. Por conta disso, explorar esses conceitos e associá-los aos fenômenos do cotidiano do aluno contribuem para melhor assimilação dos conteúdos. Para reforçar essa ideia, Ribeiro (2016) afirma que o ensino da física no 9º Ano deve ser analisado num sentido mais amplo, e utilizar como exemplos os fenômenos que ocorrem no dia a dia dos alunos, para que a aprendizagem se torne mais produtiva.

Na questão 4, foi feita a seguinte assertiva: Os deslocamentos das massas de ar na atmosfera terrestre ocorrem com certa rapidez. Em Física, a expressão “rapidez” é utilizada para caracterizar a velocidade com que os fenômenos se processam. Ao analisar o termo “velocidade”, é possível associá-lo a uma dada forma de energia. Assinale a alternativa que se relaciona esse termo.

- ( ) Energia luminosa
- ( ) Energia sonora
- ( ) Energia elétrica
- ( ) Energia potencial
- ( ) Energia cinética

Figura 6.4: Organização das respostas referentes à questão 4



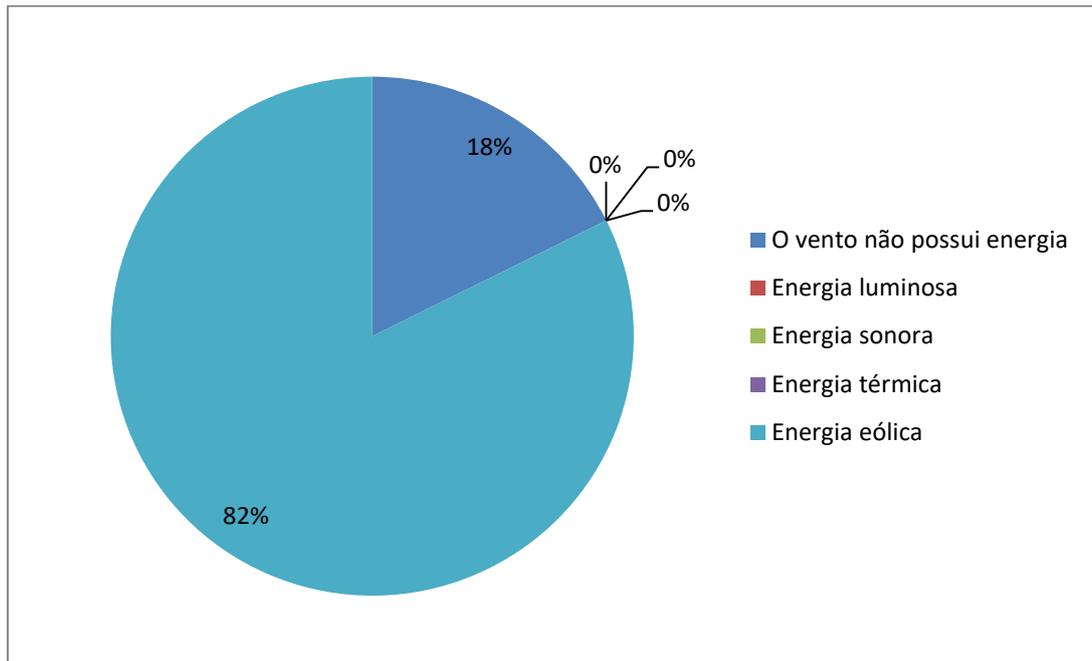
Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

Na análise da figura 6.4, foi verificado que pouco mais de 85% dos alunos assinalaram a alternativa: *Energia cinética*; próximo de 15% escolheram: *Energia elétrica*; as demais alternativas não foram mencionadas. Esses dados sugerem que a maioria dos alunos entendem que a energia cinética está relacionada com a velocidade. Ou seja, todo corpo que possui velocidade apresenta energia cinética.

Na questão 5, foi feita a seguinte pergunta: Qual é a energia que faz referência ao vento?

- ( ) o vento não possui energia
- ( ) energia luminosa
- ( ) energia sonora
- ( ) energia térmica
- ( ) energia eólica

Figura 6.5: Organização das respostas referentes à questão 5



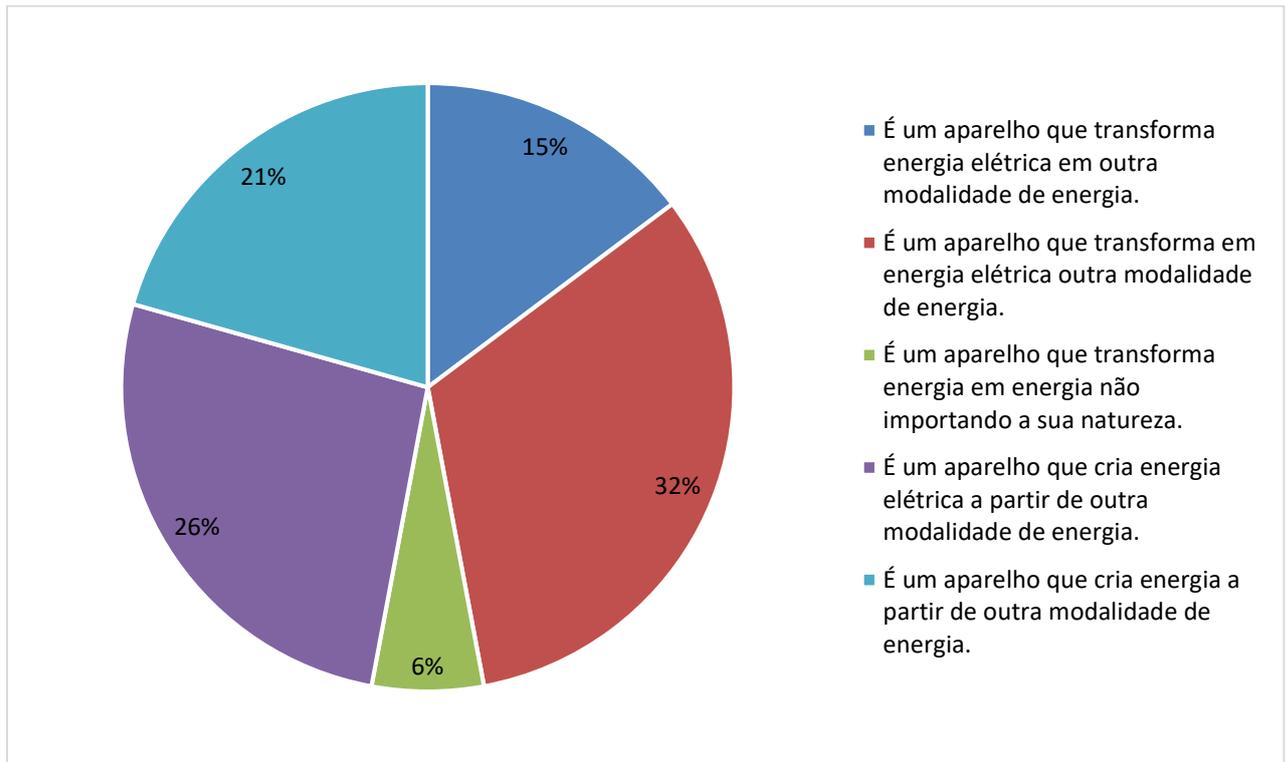
Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

Ao analisar a figura 6.5, foi verificado que aproximadamente 82% dos alunos afirmaram que a energia que faz referência ao vento é a *energia eólica*; perto de 18% disseram que *o vento não possui energia* e as demais alternativas não foram citadas. De acordo com esses resultados, ficou claro para a maioria dos alunos que a energia armazenada nos ventos é a Energia Eólica. Assim, conhecer adequadamente as características dos objetos de estudo é importante para a aprendizagem desses educandos.

Para a questão 6, foi feita a seguinte pergunta: O que é um gerador elétrico?

- ( ) É um aparelho que transforma energia elétrica em outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que transforma em energia elétrica outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que transforma energia em energia, não importando a sua natureza.
- ( ) É um aparelho que cria energia elétrica a partir de outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que cria energia a partir de outra modalidade de energia.

Figura 6.6: Organização das respostas referentes à questão 6



Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

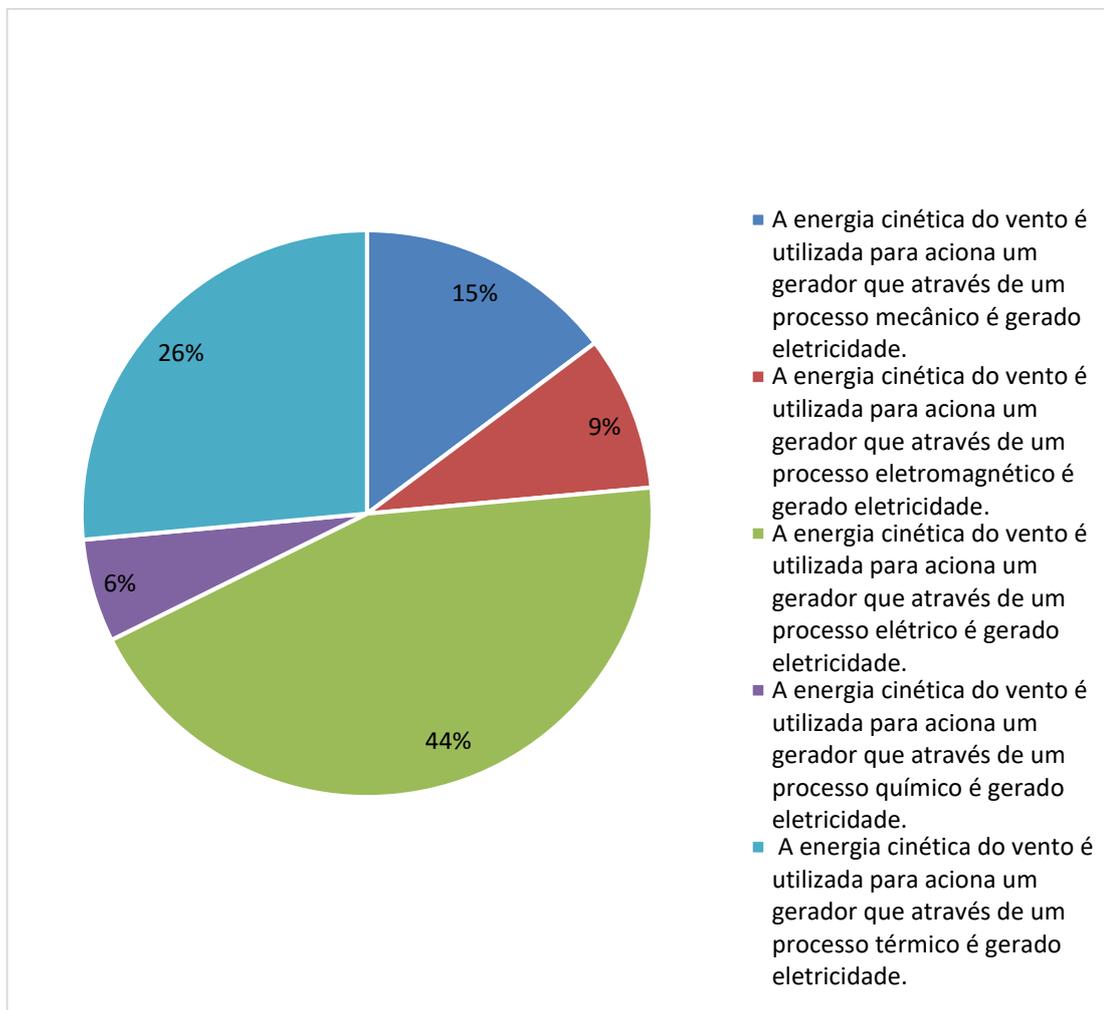
Com a análise da figura 6.6, foi constatado que aproximadamente 32% dos alunos assinalaram a alternativa: *É um aparelho que transforma em energia elétrica outra modalidade de energia*; pouco mais de 26% marcaram: *É um aparelho que cria energia elétrica a partir de outra modalidade de energia*; próximo de 21% optaram por: *É um aparelho que transforma energia elétrica em outra modalidade de energia*, e próximo de 6% assinalaram: *É um aparelho que transforma energia em energia não importando a sua natureza*. Os dados demonstram que menos da metade dos alunos não conhecem ou não tem noção do conceito de gerador elétrico. Ribeiro (2016) coloca que o conhecimento a ser adquirido em Física tem base na manipulação e conhecimento de tecnologias. Portanto, inserir instrumentos tecnológicos nas aulas de Física auxiliam na aprendizagem do educando.

Para a questão 7, foi feita a seguinte pergunta: De forma simplificada, como a energia eólica é transformada em eletricidade?

( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo mecânico, gera eletricidade.

- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo eletromagnético, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo elétrico, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo químico, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo térmico, gera eletricidade.

Figura 6.7: Organização das respostas referentes à questão 7



Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

De acordo com a análise da figura 6.7, foi verificado que próximo de 44% dos alunos marcaram a alternativa: *A energia cinética do vento é utilizada para acionar um*

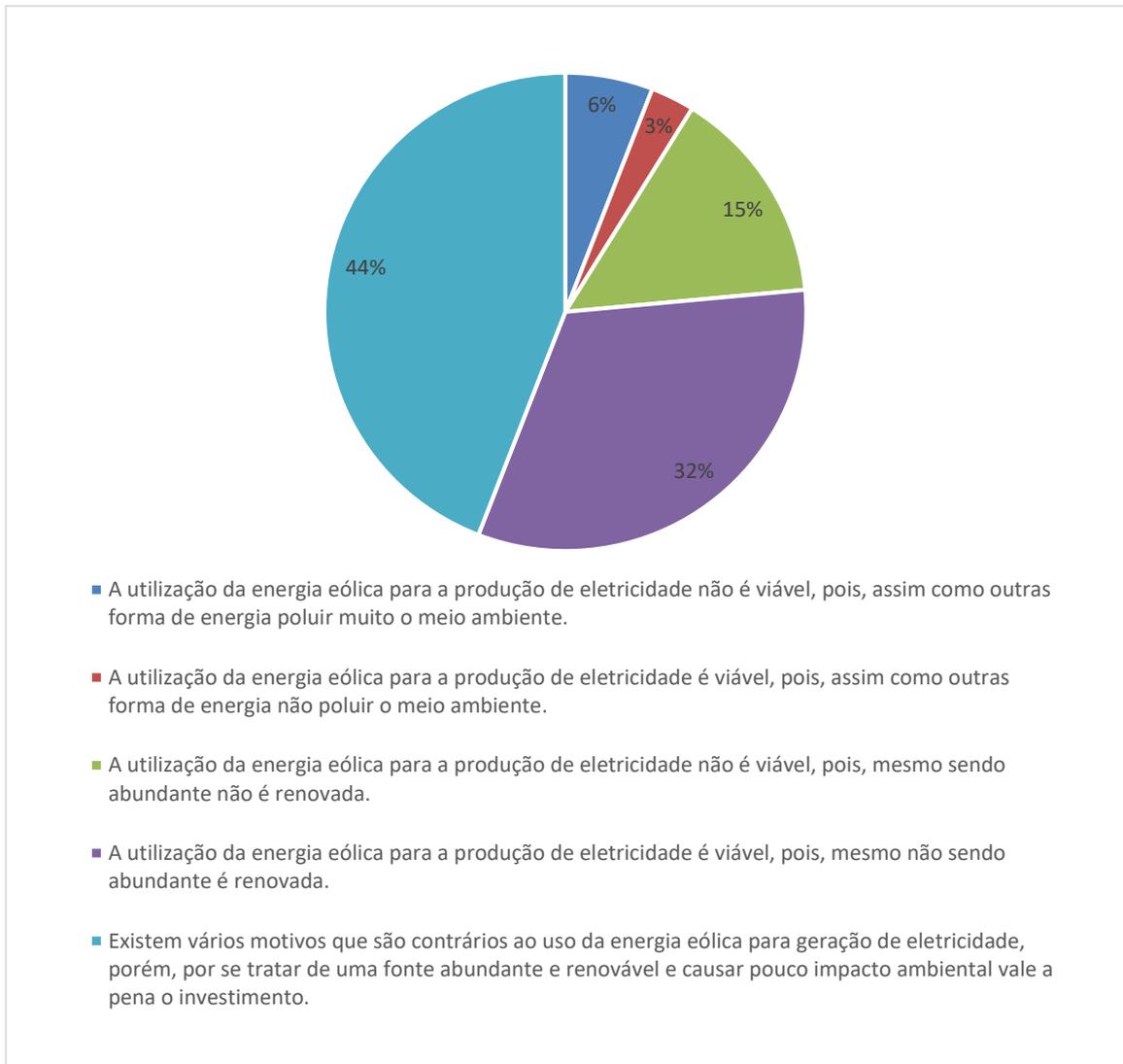
*gerador que, através de um processo elétrico, gera eletricidade; pouco mais de 26% assinalaram a opção: A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo térmico, gera eletricidade; aproximadamente 15% disseram que: A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo mecânico, gera eletricidade; perto de 9% marcaram a resposta: A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo eletromagnético, gera eletricidade; e próximo de 6% optaram por: A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo químico, gera eletricidade.*

Em conformidade com os dados apresentados acima, foi identificado que mais da metade dos alunos não têm conhecimento de como a energia mecânica é convertida em energia elétrica. No sentido de esclarecer as dúvidas dos alunos, Vizentin (2009) afirma que o professor deve sempre aproveitar a curiosidade natural deles para promover atividades que contribuam para a efetivação de sua aprendizagem.

Para a questão 8, foi feita a seguinte pergunta: Por que a energia eólica é vista com bons olhos para a geração de eletricidade em escala global?

- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, assim como outras formas de energia, polui muito o meio ambiente.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, assim como outras formas de energia, não polui o meio ambiente.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, mesmo sendo abundante, não é renovada.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, mesmo não sendo abundante, é renovada.
- ( ) Existem vários motivos que são contrários ao uso da energia eólica para geração de eletricidade, porém, por se tratar de uma fonte abundante e renovável e causar pouco impacto ambiental, vale a pena o investimento.

Figura 6.8: Organização das respostas referentes à questão 8



Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

Na análise da figura 6.8, foi verificado que pouco mais de 44% dos alunos assinalaram a alternativa: *Existem vários motivos que são contrários ao uso da energia eólica para geração de eletricidade, porém, por se tratar de uma fonte abundante e renovável e causar pouco impacto ambiental, vale a pena o investimento*; próximo de 32% optaram por: *A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, mesmo não sendo abundante, é renovada*; perto de 15% marcaram: *A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, mesmo sendo abundante, não é renovada*; em torno de 6% ficaram com: *A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, assim como outras forma de energia, polui muito o meio ambiente*; e aproximadamente 3%

marcaram: *A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, assim como outras forma de energia, não polui o meio ambiente.*

Os resultados revelam que menos da metade dos alunos têm conhecimento dos aspectos favoráveis que justificam o uso da Energia Eólica em grande escala para a produção de eletricidade. Diante desse contexto, é necessária a inclusão de atividades que potencializem esses conhecimentos, como forma de garantir melhor aprendizagem aos educandos.

### 6.3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS PROBLEMAS PROPOSTOS

#### 6.3.1. Discussão da questão 1 – o que é o vento?

Segundo Lopes (2012), o vento é um fenômeno natural que ocorre na atmosfera terrestre devido ao aquecimento desigual da superfície do astro em virtude da radiação solar. Esse aquecimento é responsável por variações de temperatura e pressão nas camadas de gás que envolvem a Terra, causando em sua superfície o deslocamento das massas de ar, fenômeno conhecido como o “vento”.

Em sala de aula, a análise dessa questão iniciou-se com a apresentação da pergunta norteadora “o que é o vento?”. O professor iniciou o processo investigativo realizando o experimento 1, cuja descrição encontra-se no capítulo 4. Na medida em que o experimento se concretizava, os alunos eram questionados sobre os novos acontecimentos, assim, manifestavam as suas opiniões.

O professor com um ventilador desligado em suas mãos, ao caminhar em sala de aula entre as filas das cadeiras, perguntou aos alunos qual fenômeno referente ao procedimento adotado havia sido observado. No processo de socialização, um grupo de alunos respondeu essa pergunta, afirmando que o fenômeno observado se tratava do movimento do professor em relação à sala, porém, como a finalidade da questão é estudar o vento, embora a resposta apresentada pelos alunos esteja correta, o professor utilizou toda a sua experiência para voltar ao tema em discussão, e delimitá-lo.

Na sequência do experimento, o ventilador foi ligado, o procedimento anterior foi repetido, ou seja, o professor caminhou entre os alunos e perguntou novamente qual fenômeno podia ser observado. Diante desse novo contexto, os alunos responderam à pergunta, dizendo que o fenômeno observado foi o vento. Ao serem

questionados sobre o que levou à essa conclusão, a turma respondeu que, ao ligar o ventilador, as suas hélices são acionadas e, ao adquirirem movimento, impulsionaram para frente a massa fluida que se encontra presa ao ambiente em estudo proporcionando nelas o movimento. Na sequência, foi lançada a seguinte pergunta para a turma: “se não é possível ver o vento, como afirmar que ele está em movimento?”. Um grupo de alunos disse que, de fato, não é possível ver o vento, porém é possível senti-lo, através da sua interação com os corpos.

Essa resposta demonstrou que os alunos entenderam os conhecimentos associados ao vento e a discussão em sala de aula contribuiu para a construção do seu aprendizado, pois conseguiram assimilar e adquirir as habilidades e competências descritas e estimuladas para sua série específica. Para Porto (2009), um dos instrumentos muito utilizados como estratégias na ciência é o modelo, isto é, a metodologia que utiliza para a eficácia do aprendizado.

### **6.3.2. Discussão da questão 2 – quais as principais características do vento?**

Como mencionado na questão 1, o conceito do vento está associado ao movimento das massas de ar sobre a superfície terrestre. Esse conceito sugere a existência de uma velocidade, pois todo movimento possui velocidade. Lopes (2012) afirma que a velocidade ao cubo é uma função da potência do vento. Esse dado insinua que há uma relação entre as duas grandezas físicas. Analisando essas informações, pode-se constatar que a velocidade e a potência são características do vento.

A análise dessa questão em sala de aula iniciou com a apresentação da pergunta norteadora “quais as principais características do vento?” Sem respostas dos alunos, o professor iniciou o processo investigativo realizando o experimento 1, cuja descrição encontra-se no capítulo 5. Conforme o experimento se realizava, os discentes eram questionados sobre os novos acontecimentos e manifestavam suas opiniões.

As rajadas de vento, produzidas a partir de um ventilador, tiveram suas intensidades variadas em baixa, média e alta. Assim foi possível observar os efeitos do vento quando em contato com outros corpos. Os alunos, ao serem questionados sobre os fenômenos produzidos, afirmaram que na intensidade baixa o vento interagiu de forma pouco expressiva quando em contato com outros corpos, pois pequenos

efeitos eram percebidos, como o balanço suave dos cabelos de alguns colegas. Na intensidade média, a interação ocorreu de forma razoável. Nesse caso, foi observado que os cabelos de seus colegas começaram a voar de forma mais expressiva. Na intensidade alta, os efeitos da interação do vento ocorriam a longas distâncias. Nessa situação, além de levantar os cabelos dos alunos e as folhas de cadernos, outros pequenos objetos também eram deslocados.

Analisando esses três momentos, os alunos afirmaram que os deslocamentos das massas de ar presentes na sala ocorriam de forma diferente. Com isso, eles concluíram que: i) Se as massas de ar se deslocam em um ambiente, implica dizer que elas possuem velocidades, portanto a velocidade passa a ser uma característica do vento. ii) Se as massas de ar se deslocam de formas diferentes, implica dizer que as suas velocidades também são diferentes. iii) Se a velocidade elevada ao cubo é uma função da potência disponível no vento, conforme estudado no capítulo 2 e frisado pelo professor durante o processo de socialização, então a potência é outra característica do vento.

Sabe-se que o vento possui diversas características, porém, por questão de estratégia metodológica aplicada ao desenvolvimento deste trabalho, optou-se em estudar apenas as características “velocidade” e “potência” do vento.

### **6.3.3. Discussão da questão 3 – o que é a energia eólica e quais são as suas principais aplicabilidades?**

Segundo Lopez (2012), o combustível do sistema de energia eólica é o vento. Nesse sentido, pode-se afirmar que essa energia é a capacidade que o vento tem de realizar trabalho. Acredita-se que a sua exploração ocorre desde os povos primitivos até os dias atuais. As suas aplicações, ao longo da história, são inúmeras e, como exemplos podem ser citados os moinhos de ventos, as embarcações à vela e o processo de geração de eletricidade, através dos aerogeradores.

Em sala de aula, a análise dessa questão iniciou com a apresentação da pergunta norteadora “o que é a energia eólica e quais são as suas principais aplicabilidades?”. O professor iniciou o processo investigativo, realizando o experimento 2, cuja descrição encontra-se no capítulo 4. As extremidades de pequenas fitas de cetim, que se encontravam presas à grade de proteção de um ventilador, ao entrarem em contato com o vento produzido por esse aparelho,

mudavam a sua direção, alinhando-se na direção das rajadas de vento. Ainda no processo investigativo, o ventilador foi desligado, assim as fitas voltaram à sua posição inicial.

No decorrer das discussões, ao serem questionados sobre a causa da mudança de direção das fitas de cetim, os alunos afirmaram que o vento foi o elemento responsável pelo fato. Da mesma forma, ao serem solicitados a informar que fenômeno observado no seu cotidiano poderia ser utilizado como exemplo para efeitos de comparação com o fenômeno ocorrido em sala de aula, um grupo de alunos respondeu que o balançar das roupas penduradas no varal faz analogia ao fenômeno ocorrido em sala de aula. Outros alunos disseram que o movimento das folhas das árvores penduradas nos seus galhos também pode ser usado como exemplo para efeito de comparação com o fenômeno ocorrido em sala de aula. Ao serem questionados sobre o que faz o vento produzir todos esses fenômenos, a turma respondeu: “a energia.”

Portanto, os alunos concluíram que a energia eólica é uma forma de energia presente nos ventos e que pode ser utilizada para diversas tarefas. Atualmente, a energia eólica é utilizada para a produção de energia elétrica em diversas partes do globo terrestre.

#### **6.3.4. Discussão da questão 4 – o que é um gerador elétrico?**

Segundo Paraná (1999), um gerador elétrico é um aparelho que converte energia de natureza não elétrica em energia elétrica. Neste caso, pode ser citado como exemplo o alternador que, através de um processo eletromagnético, converte energia mecânica em eletricidade.

Em sala de aula, a análise da questão iniciou com a apresentação da pergunta norteadora “o que é um gerador elétrico?” Sem resposta, o professor começou o processo investigativo, realizando o experimento 3, cuja descrição encontra-se no capítulo 5. À proporção que o experimento se realizava, os alunos eram questionados sobre os novos acontecimentos, e assim manifestavam as suas opiniões. Nesse processo, os terminais de uma lâmpada de led foram conectados aos terminais de um pequeno motor elétrico de impressora, não sendo possível ver a emissão de luz através da lâmpada. Os alunos, ao observarem esse fato, afirmaram que a emissão luminosa ocorreria, se o motor elétrico fosse substituído por uma pilha, o que não

deixa de estar correto e sem querer mencionaram a ideia de gerador, nesse caso um gerador químico.

Ao transferir movimento de rotação ao eixo do motor, ele passou a funcionar como gerador, assim foi possível observar a luz emitida pela lâmpada. Nesse novo contexto, os alunos foram perguntados sobre o que levou a lâmpada a emitir brilho. Alguns se manifestaram, afirmando que o pequeno aparelho estava funcionando como se fosse uma pilha fornecendo à lâmpada energia para o seu funcionamento. Essa resposta foi importante para o processo investigativo, pois comparar a pilha que é um gerador com o aparelho usado na experiência é o mesmo que dizer que o pequeno motor de impressora é um gerador.

Com isso, foi concluído que o pequeno dispositivo, chamado de pilha inicialmente pelos alunos, tratava-se de um gerador elétrico, pois transformava energia de movimento em energia elétrica. Assim, o conceito de gerador elétrico foi assimilado pelos alunos de forma satisfatória.

### **6.3.5. Discussão da questão 5 – como ocorre o processo de geração de eletricidade por meio da utilização da energia eólica?**

Hans Christian Oersted mostrou, através de experimentos, que efeitos elétricos produzem efeitos magnéticos, enquanto que Michael Faraday observou que efeitos magnéticos produzem efeitos elétricos. Assim, foi comprovada a relação entre a eletricidade e o magnetismo, fato que contribuiu para a criação do eletromagnetismo (LUZ; ALVARENGA, 2012).

Na medida em que a teoria eletromagnética era desenvolvida, diversos dispositivos foram criados com o objetivo de comprovar experimentalmente as ideias apresentadas nesse estudo. A lei de Faraday, conhecida também como a lei da indução magnética, descrita no capítulo 2, afirma que a variação do fluxo magnético em dado intervalo de tempo é responsável pelo aparecimento de uma força eletromotriz induzida e, conseqüentemente, o surgimento de uma corrente elétrica variável no circuito elétrico. Acredita-se que esse fato foi o marco inicial para a criação dos primeiros geradores elétricos, ou seja, dispositivos que convertem outras modalidades de energia em energia elétricas.

Em sala de aula, a análise dessa questão iniciou com a apresentação da pergunta norteadora “Como ocorre o processo de geração de eletricidade por meio da

utilização da energia eólica?”. O professor iniciou o processo investigativo, realizando o experimento 4, cuja descrição encontra-se no capítulo 5. Conforme o experimento se concretizava, os alunos eram questionados sobre os novos acontecimentos, dessa maneira, manifestavam as suas opiniões.

O professor uniu o eixo do gerador, que se encontrava conectado aos terminais de uma pequena lâmpada de led, à uma pequena hélice colocada na direção do vento produzido a partir de um ventilador, com isso a lâmpada passou a emitir luz pelo período em que o ventilador ficou ligado.

Ainda no processo investigativo, foi observado pelos alunos que as variações nas intensidades do vento provocavam mudanças no brilho da lâmpada. Ao serem questionados sobre a razão de tal fenômeno, os alunos afirmaram que a intensidade da energia eólica transformada em energia elétrica depende da velocidade do vento que está associado a essa intensidade. Assim, os alunos entenderam como a energia eólica é convertida em energia elétrica.

Durante o processo de socialização, o professor apresentou aos alunos alguns conceitos associados ao eletromagnetismo que dão suporte ao fenômeno da indução eletromagnética, porém, por questões de estratégia metodológica para esse trabalho, tais conceitos não foram investigados, haja vista que o objetivo principal é abordar os conceitos associados ao tema energia eólica e suas aplicações.

#### **6.3.6. Discussão da questão 6 – quais as vantagens e desvantagem de usar a energia eólica como fonte alternativa de energia?**

A discussão dessa questão iniciou com a apresentação da pergunta norteadora “Quais as vantagens e desvantagens de usar a energia eólica como fonte alternativa de energia?”. O processo investigativo foi conduzido a partir da realização do experimento 4, descrito no capítulo 5. Assim foi verificado que as variações nas intensidades do vento provocam mudanças no brilho da lâmpada. Com isso, os alunos concluíram que a qualidade do vento no processo de geração de eletricidade é o fator determinante para a sua exploração, assim como para a sua eficiência.

Durante o processo de socialização, um grupo de alunos afirmou que o vento é abundante, porém não é constante ao longo do dia, logo a sua exploração não é vantajosa. Outros alunos disseram que em determinadas regiões do globo terrestre o vento é abundante e constante durante todo o dia, assim a utilização do vento é

vantajosa. As análises das respostas apresentadas pelos alunos para a questão norteadora estão corretas, dentro do ponto de vista de cada aluno, haja vista que, dependendo da região da superfície terrestre, o vento é abundante ou não, podendo também ser constante ou não.

Com relação aos danos ambientais, foi perguntado quais problemas o vento causa ao meio ambiente. Um grupo de alunos se manifestou, afirmando que os problemas causados pelo vento são devastadores, por exemplo a destruição de cidades inteiras, quando em contato com furacões. Outra parte dos alunos afirmaram que esses problemas são comuns e naturais, sendo que o homem pouco pode fazer a não ser se proteger. A partir dessas discussões, foi constatado que os alunos entenderam as vantagens e as desvantagens de utilizar o vento como fonte geradora de eletricidade.

Para os autores Rodrigues, Guerra e Youssef (2001), as vantagens em explorar a energia eólica são: i) é uma fonte de energia segura e renovável; ii) não causa danos ao meio ambiente, quando comparada com as outras fontes de geração de energia; iii) ocupa pequenas áreas; iv) gera grande quantidade de energia elétrica; v) a área pode ser utilizada para agricultura e pecuária e gasta pouco tempo de construção. As desvantagens são: i) poluição sonora; ii) interferência em sistemas de telecomunicações (interferências eletromagnéticas); iii) considerável efeito visual e paisagístico; iv) efeito de sombras em movimento e v) mortalidade de aves em zonas de imigração causada pelas pás em movimento.

Além dessas análises, existem outros parâmetros que foram apenas mencionados nas discussões de sala de aula devido estarem longe do alcance dos processos investigativos.

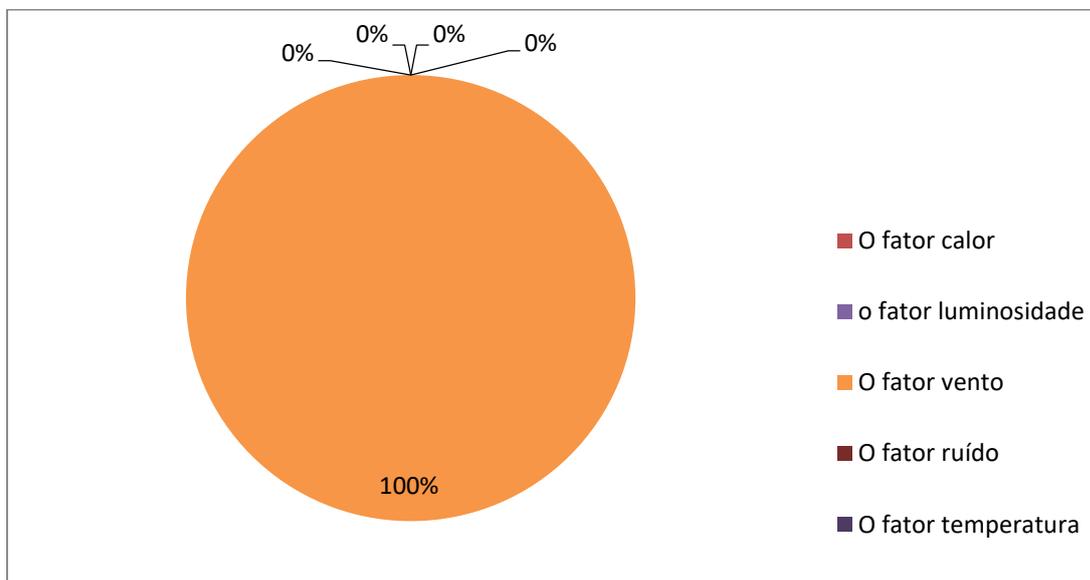
#### 6.4. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO

Com o propósito de identificar a eficiência desse trabalho, optou-se em aplicar como objeto avaliativo o mesmo questionário empregado inicialmente aos alunos. Assim, ao comparar os resultados apresentados pelas duas atividades desenvolvidas em sala de aula, foi possível conhecer a eficiência deste projeto. A seguir são apresentados os resultados da atividade avaliativa.

Na questão 1, foi feita a seguinte pergunta: Qual fator pode ser mencionado para explicar o balançar das roupas penduradas no varal?

- ( ) O fator calor.
- ( ) O fator luminosidade.
- ( ) O fator vento.
- ( ) O fator ruído.
- ( ) O fator temperatura.

Figura 6.9: Distribuição das respostas dos alunos para a questão 1



Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

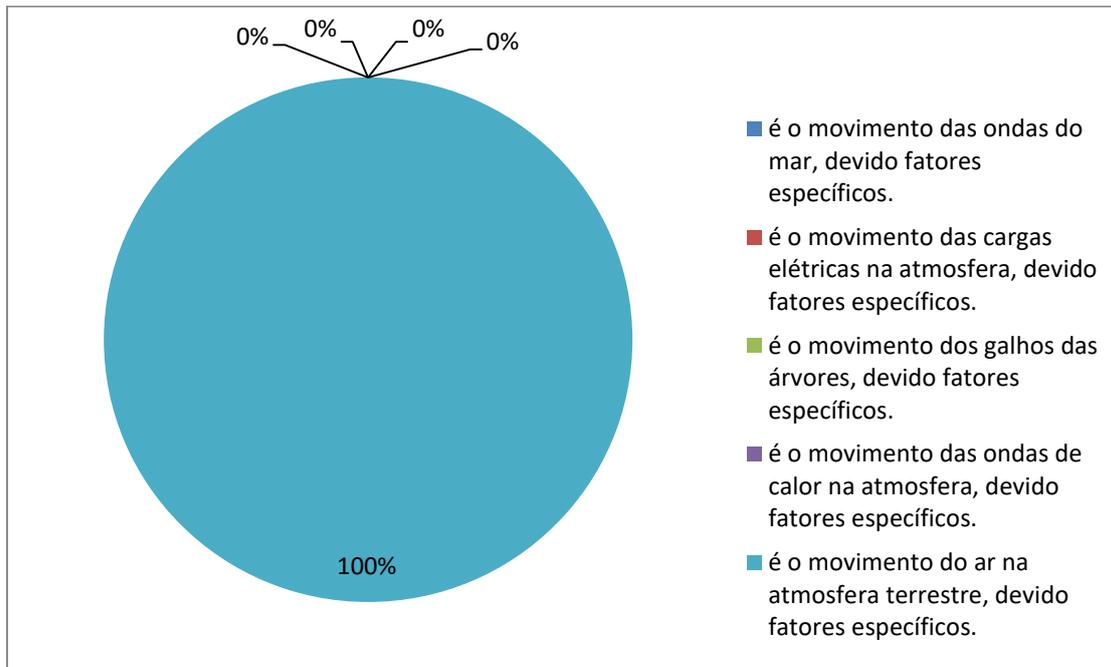
A figura 6.9 mostra a distribuição das respostas assinaladas pelos alunos para a pergunta referente à questão 1. Nela foi verificado que 100% dos discentes assinalaram a alternativa: *O fator vento*. Nas discussões em sala de aula, foi salientado que o vento possui energia e a sua interação com outros corpos transfere movimento a esses corpos. Nesse sentido, a alternativa assinalada pelos alunos está correta. Ao comparar as respostas apresentadas tanto no questionário como na avaliação para a mesma questão, foi verificado que o índice de acerto subiu de 91% para 100%.

Na questão 2, foi feita a seguinte pergunta: O que é o vento?

- ( ) é o movimento das ondas do mar, devido aos fatores específicos.
- ( ) é o movimento das cargas elétricas na atmosfera, devido aos fatores específicos.

- ( ) é o movimento dos galhos das árvores, devido aos fatores específicos.
- ( ) é o movimento das ondas de calor na atmosfera, devido aos fatores específicos.
- ( ) é o movimento do ar na atmosfera terrestre, devido aos fatores específicos.

Figura 6.10: Distribuição das respostas dos alunos para a questão 2



Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

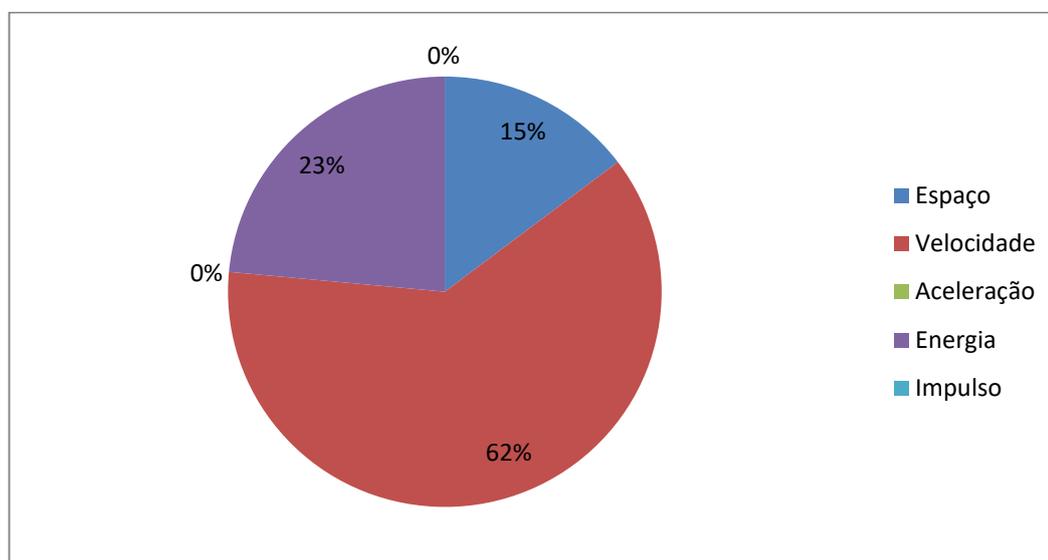
Na figura 6.10, foi observado que 100% dos alunos assinalaram a alternativa: *é o movimento do ar na atmosfera terrestre, devido aos fatores específicos*. Nas discussões em sala de aula, foi verificado que o vento é o deslocamento das massas de ar sobre a superfície terrestre em função de diversos fatores. Nesse sentido, a alternativa assinalada pelos alunos está correta. Ao analisar as respostas apresentadas, tanto no questionário como na avaliação para essa questão, foi notado que o índice de acerto subiu de 56% para 100%.

Para a questão 3, foi feita a seguinte assertiva: Durante o dia é comum perceber a oscilação da rapidez com que o vento se desloca. Nesse sentido, a característica do vento associado ao termo “rapidez” é o (a):

- ( ) Espaço
- ( ) Velocidade
- ( ) Aceleração

- ( ) Potência
- ( ) Impulso.

Figura 6.11: Distribuição das respostas dos alunos para a questão 3



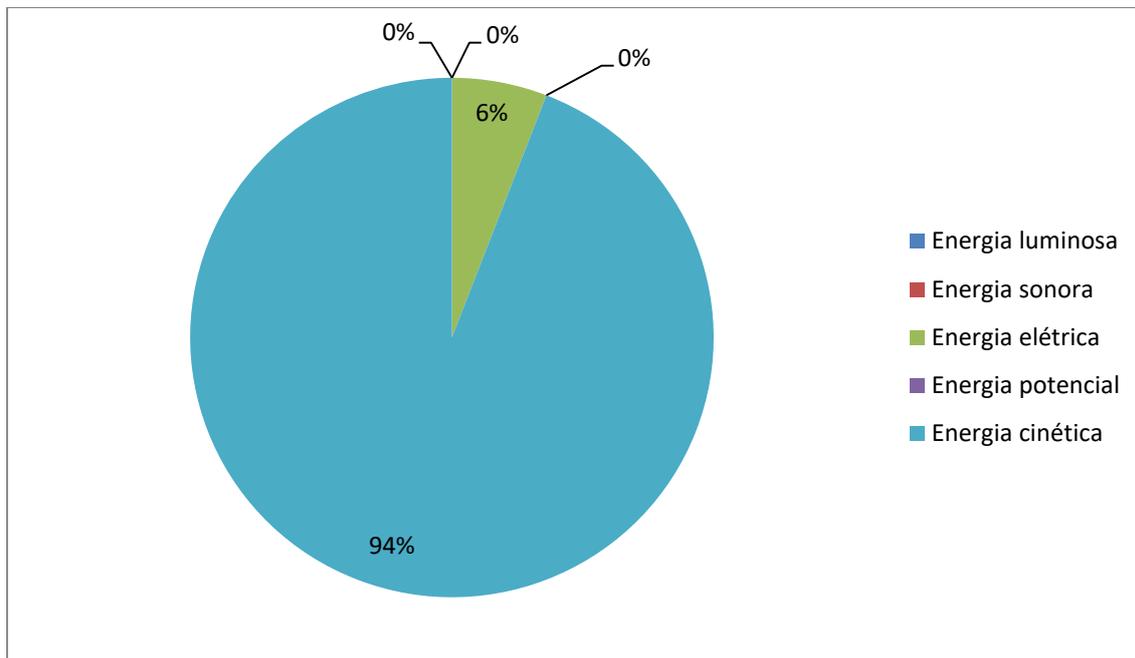
Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

Na figura 6.11, foi observado que próximo de 62% dos alunos assinalaram a alternativa: *Velocidade*. Em sala de aula, foi discutido que o vento possui movimento e conseqüentemente velocidades. Em Física, o termo “rapidez” faz referência à grandeza velocidade, logo a resposta assinalada por esses alunos está correta. Ao verificar as respostas apresentadas, tanto no questionário como na avaliação para a mesma questão, a quantidade de acertos aumentou de 35% para 62%.

Na questão 4, foi feita a seguinte assertiva: Os deslocamentos das massas de ar na atmosfera terrestre ocorrem com certa rapidez. Em Física, a expressão “rapidez” é utilizada para caracterizar a velocidade com que os fenômenos se processam. Ao analisar o termo “velocidade”, é possível associá-lo a uma dada forma de energia. Assinale a alternativa que se relaciona a esse termo.

- ( ) Energia luminosa
- ( ) Energia sonora
- ( ) Energia elétrica
- ( ) Energia potencial
- ( ) Energia cinética

Figura 6.12: Distribuição das respostas dos alunos para a questão 4



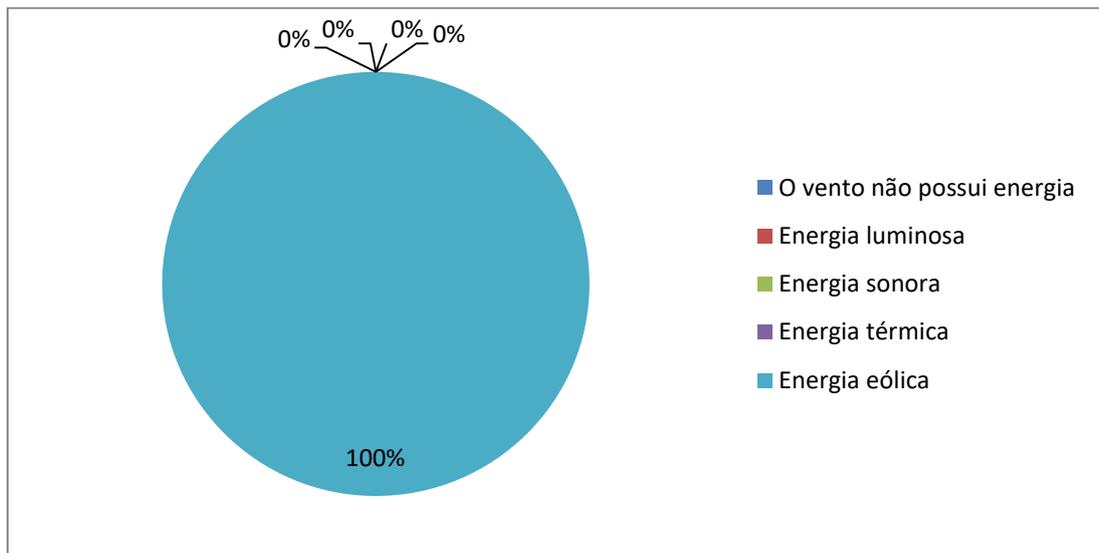
Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

Na figura 6.12, foi constatado que próximo de 94% dos alunos assinalaram a alternativa: *Energia cinética*. Nas discussões em sala de aula, foi frisado que o vento, ao se movimentar, adquire velocidade e, conseqüentemente, energia associada a esse movimento. A energia que faz menção ao movimento é a energia cinética. Com isso, a alternativa assinalada por esses alunos está correta. Ao verificar as respostas apresentadas, tanto no questionário como na avaliação para a mesma questão, ficou evidente que o índice de acerto subiu de 85% para 94%.

Na questão 5, foi feita a seguinte pergunta: Qual é a energia que faz referência ao vento?

- ( ) o vento não possui energia
- ( ) energia luminosa
- ( ) energia sonora
- ( ) energia térmica
- ( ) energia eólica

Figura 6.13: Distribuição das respostas dos alunos para a questão 5



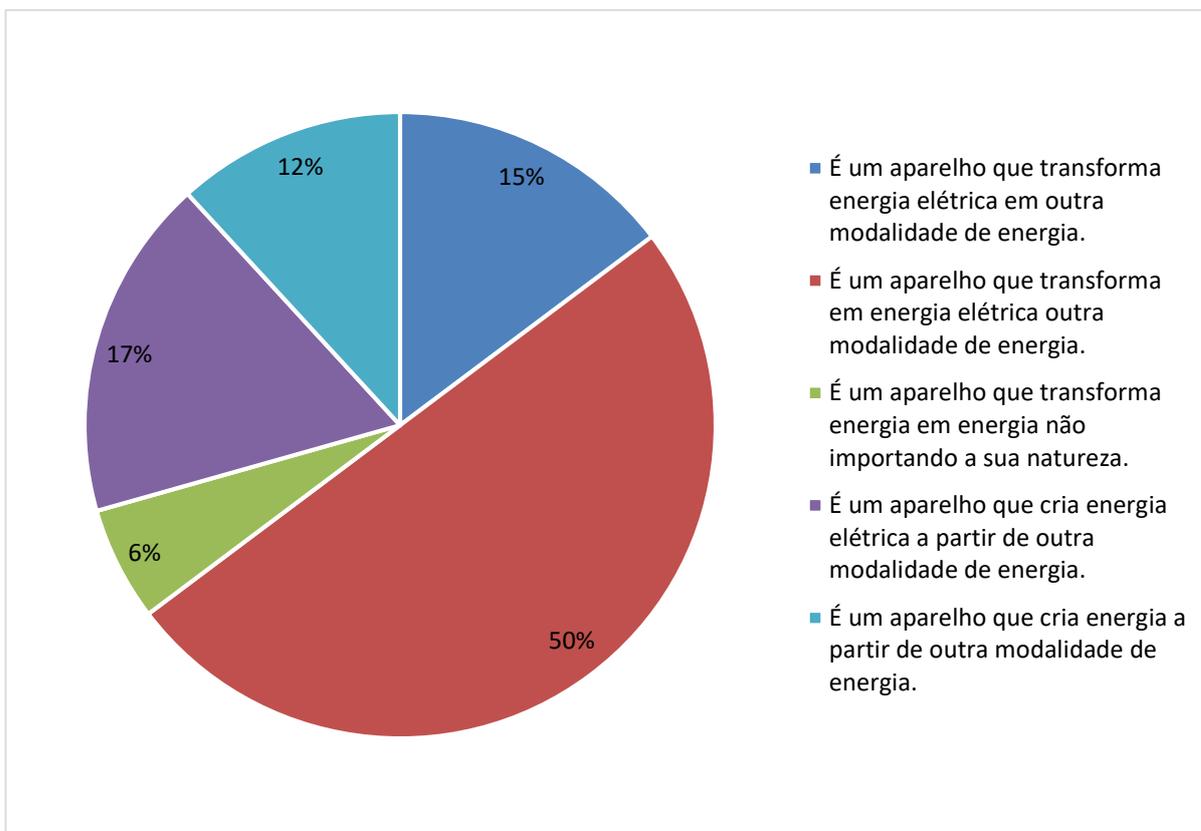
Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

A figura 6.13 ilustra a distribuição das respostas assinaladas pelos alunos para a pergunta referente à questão 5. Nela foi verificado que 100% dos discentes assinalaram a alternativa: *Energia Eólica*. Em sala de aula, foi discutido que a energia associada ao vento é a Energia Eólica. Assim, a resposta assinalada pelos discentes está correta. Ao analisar as respostas dos alunos, tanto no questionário como na avaliação, ficou claro que o índice de acerto subiu de 82% para 100%.

Para a questão 6 foi feita a seguinte pergunta: O que é um gerador elétrico?

- ( ) É um aparelho que transforma energia elétrica em outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que transforma outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que transforma energia em energia, não importando a sua natureza.
- ( ) É um aparelho que cria energia elétrica a partir de outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que cria energia a partir de outra modalidade de energia.

Figura 6.14: Distribuição das respostas dos alunos para a questão 6



Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

A figura 6.14 mostra a distribuição das respostas assinaladas pelos alunos para a pergunta referente à questão 6. Nela foi verificado que 50% dos discentes assinalaram a alternativa: *É um aparelho que transforma em energia elétrica outra modalidade de energia*. Nas discussões em sala de aula, foi observado que o gerador elétrico converte em energia elétrica outras modalidades de energia. Dessa forma, a resposta assinalada por esses alunos está correta. Ao estudar as respostas apresentadas pelos alunos, tanto no questionário como na avaliação para essa questão, ficou claro que o índice de acerto saltou de 32% para 50%.

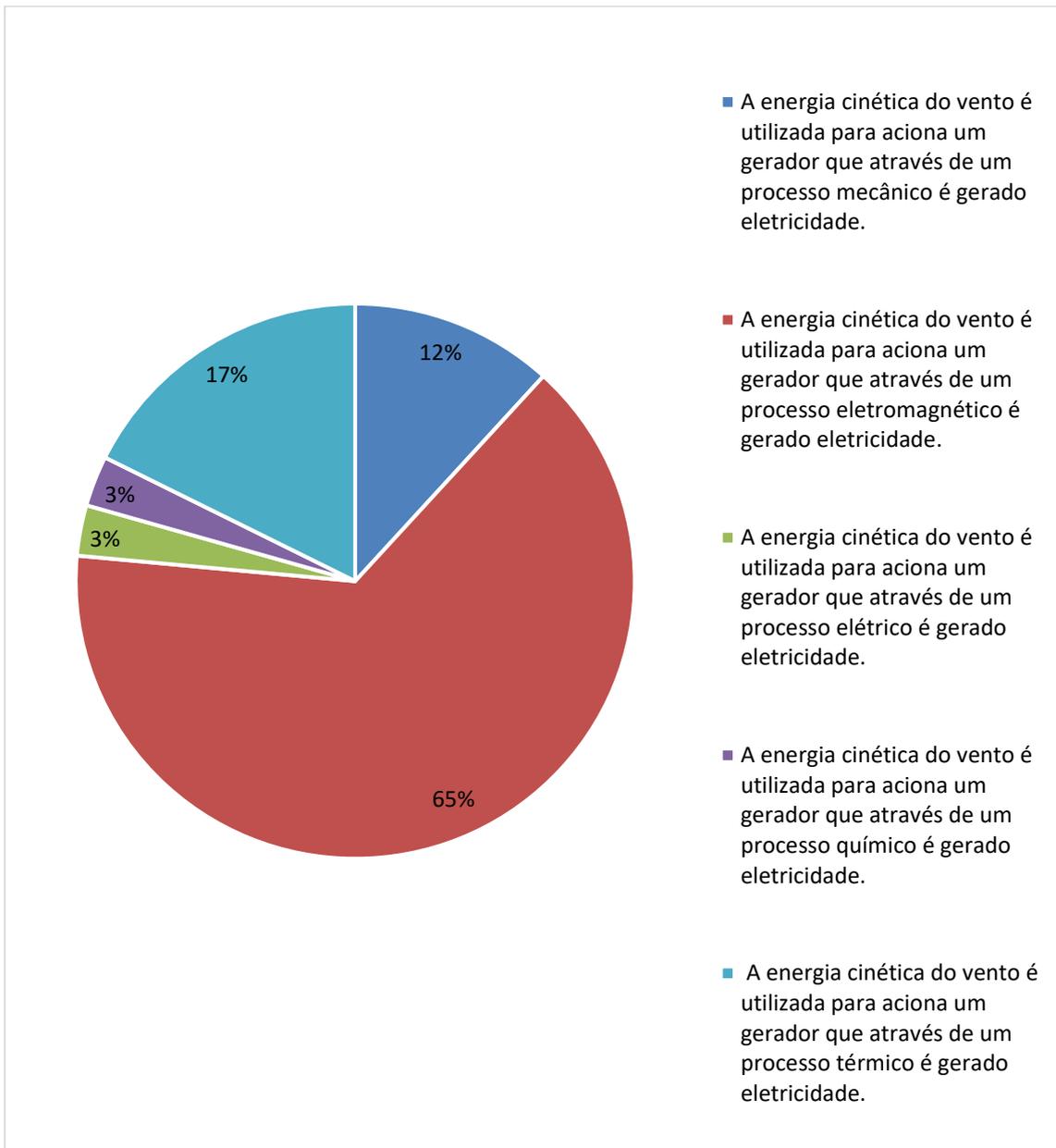
Para a questão 7, foi feita a seguinte pergunta: De forma simplificada, como a energia eólica é transformada em eletricidade?

( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo mecânico, gera eletricidade.

( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo eletromagnético, gera eletricidade.

- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo elétrico, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo químico, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo térmico, gera eletricidade.

Figura 6.15: Distribuição das respostas dos alunos para a questão 7



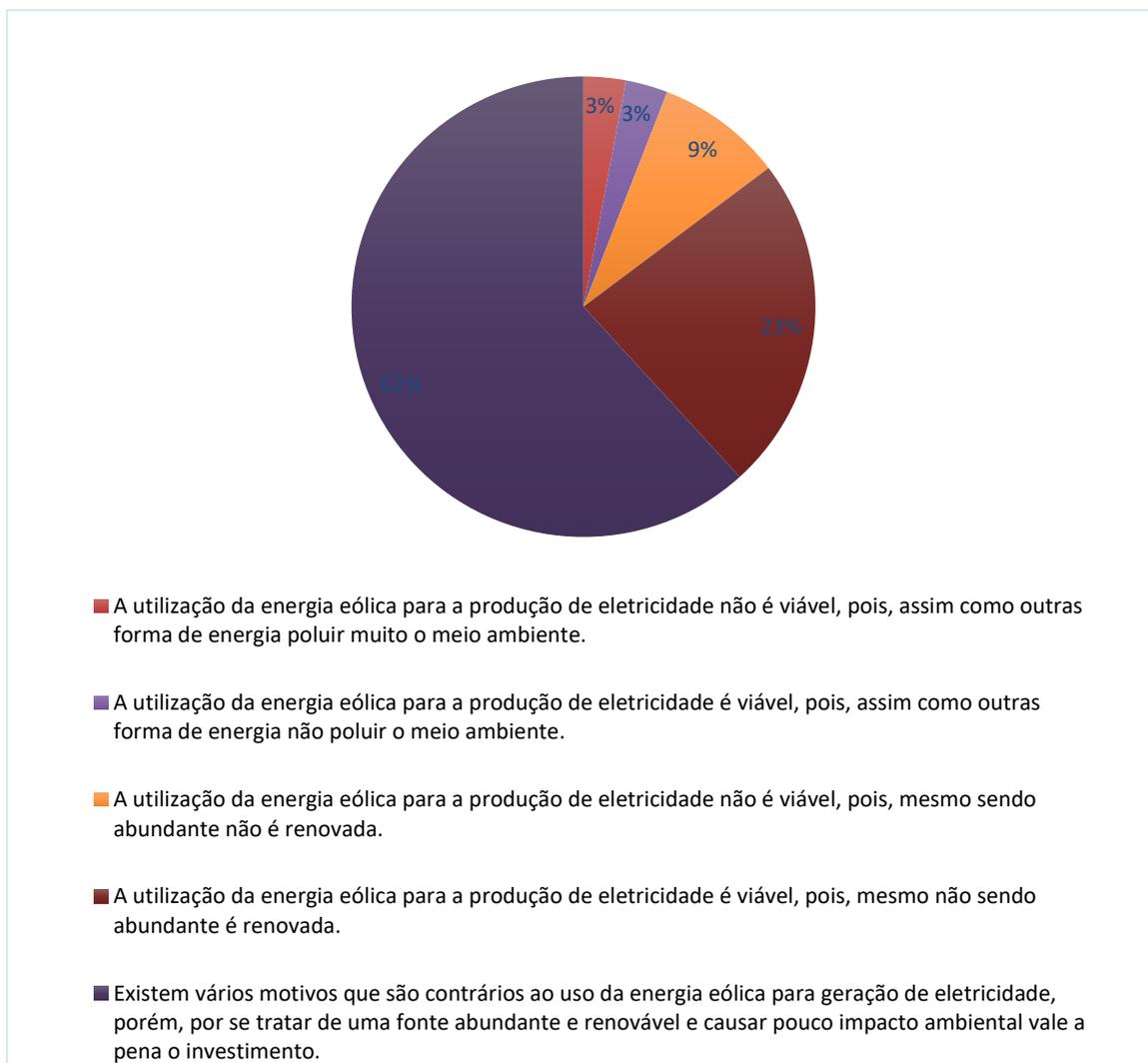
Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

A figura 6.15 descreve a distribuição das respostas assinaladas pelos alunos para a pergunta referente à questão 7. Observa-se que 65% dos discentes assinalaram a alternativa: *A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo eletromagnético, gera eletricidade.* Em sala de aula, foi discutido que a conversão de energia mecânica em energia elétrica só é possível devido a um fenômeno eletromagnético conhecido como Indução Eletromagnética ou Lei de Faraday. Assim, a resposta assinalada por esses alunos está correta. Ao analisar as respostas apresentadas, tanto no questionário como na avaliação para a mesma questão, constatou-se que o índice de acerto cresceu de 9% para 65%.

Para a questão 8, foi feita a seguinte pergunta: Por que a energia eólica é vista com bons olhos para a geração de eletricidade em escala global?

- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, assim como outras formas de energia, polui muito o meio ambiente.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, assim como outras formas de energia, não polui o meio ambiente.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, mesmo sendo abundante, não é renovada.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, mesmo não sendo abundante, é renovada.
- ( ) Existem vários motivos que são contrários ao uso da energia eólica para geração de eletricidade, porém, por se tratar de uma fonte abundante e renovável e causar pouco impacto ambiental, vale a pena o investimento.

Figura 6.16: Distribuição das respostas dos alunos para a questão 8



Fonte: Dados coletados pelo autor na aplicação de questionário com alunos do 9º Ano de escola municipal (2017)

Na figura 6.16, é observado que 62% dos alunos assinalaram a alternativa: *Existem vários motivos que são contrários ao uso da energia eólica para geração de eletricidade, porém, por se tratar de uma fonte abundante e renovável e causar pouco impacto ambiental, vale a pena o investimento.* Em sala de aula, foram discutidas as vantagens e desvantagens em se utilizar a Energia Eólica como fonte geradora de eletricidade. Com poucos impactos ambientes, essa energia é renovada constantemente e encontra-se abundante na natureza. Dessa forma, a resposta assinalada pela maioria dos alunos está correta. Ao comparar as respostas apresentadas, tanto no questionário como na avaliação para esta questão, foi verificado que o índice de acerto subiu de 44% para 62%.

Para a questão 9, foi feita a seguinte pergunta: quais são os pontos positivos e negativos que foram relevantes para a sua formação em consequência da aplicação deste projeto?

Para a maioria dos alunos que participaram desta avaliação, as atividades que apresentam novas metodologias são sempre bem vindas, pois facilitam o processo ensino aprendizagem, fazendo com que eles participem mais das aulas, melhorando o seu rendimento escolar. A relevância está voltada para a assimilação dos conteúdos. O ponto negativo refere-se ao pouco tempo de aplicação da atividade. Segundo a resposta de um aluno, o ideal seria que todos os professores buscassem mecanismos que facilitassem a aprendizagem da turma. Alguns alunos preferiram não se manifestar, não respondendo essa pergunta.

## 6.5. EVIDÊNCIAS DE APRENDIZAGEM

As evidências de aprendizagem referentes à aplicação deste trabalho são comprovadas através dos resultados da avaliação. Foi verificado que o índice de respostas corretas em todas as questões propostas na avaliação aumentou em relação às respostas apresentadas no questionário. Em todas as questões, esse índice atingiu 100%. Tal fato mostra que o trabalho desenvolvido em sala de aula utilizando o ensino por investigação foi eficiente.

Além disso, observou-se durante o processo de socialização e discussão das atividades, que os alunos sempre buscavam associar os fenômenos reproduzidos em sala de aula com auxílio de experimentos aos fenômenos observados no seu dia a dia. Esse feito foi determinante para o bom desenvolvimento das atividades ao longo do processo investigativo. Paulo Freire (1987) fala que as experiências (ações) não devem ser realizadas frente ao aluno, mas pelo aluno, isso sim pode ser chamado de um ensino investigativo.

Assim, o professor assume o papel de facilitador da aprendizagem. De acordo com esse contexto, as palavras de Paulo Freire fazem com que o educador reflita as suas práticas didáticas metodológicas adotadas em sala de aula, durante abordagem dos conteúdos. Envolver os educandos no processo ensino aprendizagem contribui para o seu aprendizado, estratégia essa utilizada na aplicação desse projeto.

## 6.6. MOTIVAÇÃO DOS ALUNOS

Em todas as etapas de aplicação desse trabalho, foi observada a empolgação dos alunos referente às ações desenvolvidas em sala de aula. Acredita-se que a fonte motivadora está associada aos experimentos realizados sobre o tema Energia Eólica e as suas principais aplicações, com isso as aulas passaram a ser mais atrativas. Através dos depoimentos dos alunos, foi comprovado que nos dias de aplicação deste projeto, eles não faltavam à escola, enquanto que em outras datas frequentavam o colégio, mas não de forma regular. Outro fato constatado faz referência ao desânimo dos alunos quanto ao término das aulas e, conseqüentemente, à mudança de professor. Isso mostra que as atividades desenvolvidas em sala de aula foram bem aceitas pelos discentes, ao ponto de eles solicitarem a extensão do projeto.

A motivação dos alunos também foi verificada quando eles se manifestaram favoráveis em participar das atividades experimentais, principalmente a confecção da maquete. Esses momentos foram registrados e podem ser observados no capítulo 5 desse trabalho. As imagens mostram a interação dos alunos e a vontade de participar de todas as atividades. Com isso, não há dúvida de que a aplicação deste projeto em sala de aula como os alunos do ensino fundamental II, em especial a uma turma do 9º Ano, promoveu a todos satisfação e motivação.

## 6.7. DIFICULDADES ENCONTRADAS

As dificuldades encontradas em elaborar e aplicar este projeto estão voltadas para as questões de menor relevância, como a falta de material didático nas bibliotecas públicas das escolas e universidades da cidade, onde o projeto foi realizado, obrigando o professor a buscar outras fontes de consulta que atendessem a essa necessidade, como as bibliotecas virtuais, por exemplo.

Além disso, se constituiu também como dificuldade a não conciliação dos horários de todos os personagens que contribuíram para a execução deste trabalho, no entanto, essa intercorrência não prejudicou a realização das atividades em tempo hábil, tendo em vista que as demais ações foram executadas de acordo com o planejado.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho está atribuído à área de ensino de física, e tem como objetivo contribuir de forma eficiente para o processo ensino-aprendizagem voltado para o tema Energia Eólica. A metodologia utilizada está de acordo com o ensino por investigação, cujos pilares são apresentados no capítulo 4. Como estratégia investigativa, optou-se pela experimentação.

Os resultados apresentados pelo processo avaliativo e as discussões realizadas em sala de aula foram satisfatórios, uma vez que os alunos demonstraram conhecimento e interesse em participar de todas as atividades desenvolvidas. Com isso, foi comprovado que o sucesso do processo ensino-aprendizagem não depende exclusivamente do professor, mas também de propostas metodológicas inovadoras voltadas para o ensino que auxilie o trabalho do docente em sala de aula.

Da mesma forma, as atividades experimentais tiveram um papel importante para o êxito das ações educativas, pois além de servirem de fontes motivadoras para os alunos, auxiliaram o professor no processo investigativo, ao lhe possibilitar criar condições e ideias para abordagem do tema em discussão. Além disso, por meio dos experimentos, os alunos aprenderam na prática os conceitos que estão presentes nos livros didáticos, fazendo um paralelo entre a teoria e a prática.

Na atividade prática, que mostrou a conversão de Energia Eólica em Energia Elétrica, os alunos aprenderam que existem outros elementos responsáveis por essa conversão, tal como a Lei da Indução Eletromagnética de Faraday, além do fator vento. Nesse estudo foi comprovado que a variação do fluxo magnético no interior de um gerador elétrico induz o aparecimento de uma força eletromotriz e, em consequência desse fato, surge uma corrente elétrica alternada. Com isso, ficou claro para os estudantes que a Energia Elétrica também pode ser produzida por efeitos magnéticos. Para mostrar na prática a aplicação desse recurso, foi construída uma pequena maquete representando uma cidade abastecida por uma mini usina eólica.

Em comparação a outras fontes de energias utilizadas para geração de eletricidade, foi comprovado que a Energia Eólica possui grande potencial de produção de Energia Elétrica, pois se apresenta na natureza de forma abundante e os seus impactos ambientais são considerados pequenos, no entanto, embora sejam pequenos, não deixam de ser uma desvantagem.

Outro fator importante observado durante a realização desse trabalho faz menção à carga horária que, segundo a professora titular da disciplina, não está de acordo com o que é considerado ideal para ministrar as aulas de Ciências, neste caso, as aulas de Física, na turma contemplada com o projeto. Nesse contexto, o profissional de sala de aula é induzido a trabalhar os conteúdos presentes na grade curricular de forma bastante superficial, contribuindo de forma negativa para o sucesso do processo ensino-aprendizagem. Além disso, ficou comprovado que a qualificação profissional do docente aliada aos cursos de formação continuada também é um fator importante para a formação docente.

O resultado da avaliação escrita, bem como as considerações orais dos alunos não deixaram dúvida de quanto os objetivos propostos foram alcançados. Isso demonstra que a inserção de metodologias inovadoras ao ensino de Física, sobretudo no ensino fundamental II, faz toda a diferença para a aprendizagem desses aprendizes. Portanto, cabe ao profissional de sala de aula refletir se as suas práticas docentes estão proporcionando aos educandos um impacto positivo.

Este trabalho promoveu aos discentes não apenas conhecimentos específicos de Energia Eólica, mas também a interação entre eles. Portanto, não há dúvidas de que as inovações associadas às práticas de ensino através da inclusão de propostas inovadoras no currículo da educação básica são fatores determinantes para o sucesso do processo ensino-aprendizagem. Materiais didáticos de apoio que auxiliem o professor em sala de aula também favorece um ensino de qualidade. Às práticas docentes inovadoras proporcionam aos discentes novos horizontes. Espera-se que os professores que ministram as aulas de Física, em especial, no 9º Ano do Ensino Fundamental busquem alternativas para que esse ensino se torne cada dia melhor.

## REFERÊNCIAS

ALINE ASSIS (Ed.). **Aplicação do Princípio da Indução Magnética: Gerador Elétrico**. 2015. Disponível em: <<http://imaneodimio.com.br/titulo-destaque-rodape/>>. Acesso em: 24 fev. 2018.

ALVES, José Eustáquio Diniz. **O crescimento da energia eólica no mundo em 2017**. 2018. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2018/02/19/o-crescimento-da-energia-eolica-no-mundo-em-2017-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>>. Acesso em: 26 fev. 2018

ALVES, Rubem. **Entre a ciência e a sapiência: o dilema da educação**. São Paulo: Loyola, 1987.

AMARANTE, Odilon A. Camargo do; ZACK, Michael Brower e John; SÁ, Antonio Leite de. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**. 2001. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas\\_eolico/Atlas do Potencial Eólico Brasileiro.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf)>. Acesso em: 22 fev. 2018.

[AZEVEDO 2004] M. C. P. S. Azevedo. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, pp.19-33, 2004.

BAGANHA, Denise Estorilho. **Estudos sobre o uso e o papel do livro didático de ciências no ensino fundamental**. Encontro Nacional de pesquisa Científica. Florianópolis, 2009.

BISCUOLA, Glauter José; BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou. **Física: Ensino Médio Volume 3**. São Paulo: Saraiva, 2010.

BIZZO, Nélio. **Ciências: fácil ou difícil?** 1ª edição. São Paulo: Biruta, 2009.

BORTONI-RICARDO, S.M. **O professor pesquisador: introdução à pesquisa qualitativa**. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Introdução. Brasília: MEC, 1999.

\_\_\_\_\_. **LEI de Diretrizes e Bases da Educação Nacional** – Lei nº 9.394, 20 de Dezembro de 1996. Sancionado pelo presidente da República Fernando Henrique Cardoso. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm)>

\_\_\_\_\_. **Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

\_\_\_\_\_. SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO. CENTRO DE FORMAÇÃO PEDAGÓGICA – CENFOP. **Tendências atuais para o ensino de ciências**. JUNHO DE 2011.

\_\_\_\_\_. **Guia de livros didáticos: PNLD 2016: Ciências: Ensino Fundamental anos iniciais.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2015

BRUNA STAVISS (Ed.). **Energia: Usina Eólica de Alegria I.** 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/6/artigo227165-2.aspx>>. Acesso em: 24 fev. 2018

[CARVALHO et al 2013] A. M. P. Carvalho *et. al*, Ensino de Ciências por Investigação Condições para Implementação em Sala de Aula In: Carvalho, A. M. P. (Org.). **O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequência de Ensino Investigativo.** Cengage Learning, São Paulo, 2013.

DARROZ, Luiz Marcelo. **Demonstrações experimentais de óptica geométrica: apresentação de equipamentos construídos com materiais alternativos.** V Encontro Estadual de Ensino de Física - RS, Porto Alegre, 2013, acessado no site [www.if.ufrgs.br/mpef/5eeefis/sistema/busca\\_publicacao.phptrabalho=283](http://www.if.ufrgs.br/mpef/5eeefis/sistema/busca_publicacao.phptrabalho=283)

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNANBUCO, Marta Maria. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, 2007.

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **TÓPICOS DE Física 1: MECÂNICA.** 18. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

FONTANA, R. **Psicologia e trabalho escolar.** São Paulo: Atual, 1997 GARCIA (2012)

FRACALANZA, Hilário; AMARAL, I. A.; GOUVEIA, Mariley S. F. **O ensino de ciência no primeiro grau.** São Paulo: Atual, 1986

FREIRE, Janaína C.A. **A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p. 251-266, (2007). [www.sbfisica.org.br](http://www.sbfisica.org.br)

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** 22. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GASPAR, Alberto. **FÍSICA: Eletromagnetismo Física Moderna.** São Paulo: ática, 2002.

KRALSILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências.** São Paulo: EPU/EDUSP, 1987.

KRASILCHIK, Myriam. **Caminhos do ensino de ciências no Brasil.** Em Aberto, Brasília, 1992

KRASILCHIK, Myriam. (2001): Prática de ensino de Biologia, 4.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Universidade de São Paulo MILARÉ, Tathiane & ALVES, José de Pinho Alves. **Ciências no Nono ano do Ensino Fundamental: Da disciplinaridade à alfabetização científica e tecnológica** Rev. Ensaio | Belo Horizonte | v.12 | n.02 | p.101-120 | mai-ago | 2015.

LIBÂNEO, José Carlos. **DIDÁTICA Velhos e novos temas**. Edição do Autor Maio de 2002.

LOPEZ, Ricardo Aldabó. **Energia Eólica**. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2012.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume único**. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2012.

MILARÉ, T. & PINHO-ALVES, J. A Química disciplinar em Ciências do 9º ano. Química Nova na Escola, v. 32, n. 1, 2010.

NASCIMENTO, Tiago Lessa. **Repensando o ensino da Física no ensino médio**. Fortaleza, 2010. 61 p. Acessado no site: [www.uece.br/fisica/index.php/arquivos/doc\\_download/75](http://www.uece.br/fisica/index.php/arquivos/doc_download/75)

PARANÁ, Djalma Nunes da Silva. **FÍSICA: ELETRICIDADE**. 7. ed. São Paulo: Ática, 1999.

PICOLO, Ana Paula et al. **Uma abordagem sobre a energia eólica como alternativa de ensino de tópicos de física clássica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 4, 4306 (2014) [www.sbfisica.org.br](http://www.sbfisica.org.br)

PORTAL DA ENERGIA: **TIPOS DE GERADORES DE ENERGIA: CONHEÇA. TIPOS DE GERADORES DE ENERGIA: CONHEÇA**. 2018. Disponível em: <<http://portaldaenergia.com/tipos-de-geradores-de-energia-conheca/>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

PORTO, A.; RAMOS, L.; GOULART, S. **Um olhar comprometido com o ensino de ciências**. Belo Horizonte: FAPI, 2009.

PRAXEDES, Jacqueline Maria de Oliveira. **O estudo da física no ensino fundamental ii: iniciação ao conhecimento científico e dificuldades enfrentadas para sua inserção**. Acessado no site: [www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/5\\_17082015233214.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/5_17082015233214.pdf)

RIBEIRO, Eiel Toeni. **O ensino da física no nono ano por meio de atividades experimentais: importância e proposta metodológica**. Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente 7(1): 165-177, jan.-jun., 2016.

RODRIGUES, Paulo Roberto; GUERRA, José Baltazar Salgueirinho Osório de Andrade; YOUSSEF, Youssef Ahmad. **Energias Renováveis: Energia Eólica**. 2011. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/259868038\\_Energia\\_Eolica\\_em\\_Energias\\_Renovaveis](https://www.researchgate.net/publication/259868038_Energia_Eolica_em_Energias_Renovaveis)>. Acesso em: 22 fev. 2018

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola**. Revista Ensaio | Belo Horizonte | v.17 n. especial | p. 49-67 | novembro | 2015.

SCHROEDE, Carlos. **Uma proposta para a inclusão da física nas séries iniciais do ensino fundamental**. Experiências em Ensino de Ciências, V1(1), pp. 23-32, 2006.

SILVA, A. C. T. **Estratégias enunciativas em salas de aula de química: contrastando professores de estilos diferentes**. Tese – Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, 2016.

SILVA, Alexander Marques. **Energia eólica: conceitos e características basilares para uma possível suplementação da matriz energética brasileira**. Revista Direito Ambiental e sociedade, v. 6, n. 2, 2016 (p. 53-76)

SILVA, Neilton Fidelis da. **Energias Renováveis na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: O Caso da Energia Eólica**. Rio de Janeiro: Synergia, 2015.

SILVA, Paulo Fernando Zaratini de Oliveira e. **Experimentação em óptica nas séries finais do ensino fundamental: uma compreensão fenomenológica** (2015), acessado no site [http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2393/4/PG\\_PPGECT\\_M\\_Silva%2C%20Paulo%20Fernando%20Zaratini%20de%20Oliveira%20e\\_2014.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2393/4/PG_PPGECT_M_Silva%2C%20Paulo%20Fernando%20Zaratini%20de%20Oliveira%20e_2014.pdf)

[VIERA 2012] F. A. C. Viera. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**; Tese (Doutorado); Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2012.

VIZENTIM, Caroline Rauch; FRANCO, Rosemary Carla. **Meio ambiente: do conhecimento cotidiano ao científico: metodologia ensino fundamental, 1º ao 5º Ano**. Curitiba: Base Editorial, 2009.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001  
USBERCO, João; SALVADOR, Edgar. **Química: Volume único**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

## APÊNDICE A

### Questionário

1 - Qual fator pode ser mencionado para explicar o balançar das roupas penduradas no varal?

- O fator calor.
- O fator luminosidade.
- O fator vento.
- O fator ruído.
- O fator temperatura.

2 - O que é o vento?

- é o movimento das ondas do mar, devido a fatores específicos.
- é o movimento das cargas elétricas na atmosfera, devido a fatores específicos.
- é o movimento dos galhos das árvores, devido a fatores específicos.
- é o movimento das ondas de calor na atmosfera, devido a fatores específicos.
- é o movimento do ar na atmosfera terrestre, devido a fatores específicos.

3 - Durante o dia é comum perceber a oscilação da rapidez com que o vento se desloca. Nesse sentido, a característica do vento associado ao termo “rapidez” é o (a):

- Espaço
- Velocidade
- Aceleração
- Potência
- Impulso.

4 - Na questão 4 foi feita a seguinte assertiva: Os deslocamentos das massas de ar na atmosfera terrestre ocorrem com certa rapidez. Em Física, a expressão “rapidez” é utilizada para caracterizar a velocidade com que os fenômenos se processam. Ao analisar o termo “velocidade” é possível associá-lo a uma dada forma de energia. Assinale a alternativa que se relaciona a esse termo.

- Energia luminosa

- ( ) Energia sonora
- ( ) Energia elétrica
- ( ) Energia potencial
- ( ) Energia cinética

5 - Qual é a energia que faz referência ao vento?

- ( ) o vento não possui energia
- ( ) energia luminosa
- ( ) energia sonora
- ( ) energia térmica
- ( ) energia eólica

6- O que é um gerador elétrico?

- ( ) É um aparelho que transforma energia elétrica em outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que transforma em energia elétrica outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que transforma energia em energia, não importando a sua natureza.
- ( ) É um aparelho que cria energia elétrica a partir de outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que cria energia a partir de outra modalidade de energia.

7 - De forma simplificada, como a energia eólica é transformada em eletricidade?

- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo mecânico, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo eletromagnético, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo elétrico, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo químico, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo térmico, gera eletricidade.

8 - Por que a energia eólica é vista com bons olhos para a geração de eletricidade em escala global?

- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, assim como outras formas de energia, polui muito o meio ambiente.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, assim como outras formas de energia, não polui o meio ambiente.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, mesmo sendo abundante, não é renovada.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, mesmo não sendo abundante, é renovada.
- ( ) Existem vários motivos que são contrários ao uso da energia eólica para geração de eletricidade, porém, por se tratar de uma fonte abundante e renovável e causar pouco impacto ambiental, vale a pena o investimento.

## APÊNDICE B

### Lista de questões problemas usadas no processo investigativo

- 1 – O que é o vento?
- 2 – Quais as principais características do vento?
- 3 – O que é a Energia Eólica e quais são as suas principais aplicabilidades?
- 4 – O que é um gerador elétrico?
- 5 – Como ocorre o processo de geração de eletricidade, por meio da utilização da Energia Eólica?
- 6 – Quais as vantagens e desvantagens de usar a Energia Eólica como fonte alternativa de Energia?

## APÊNDICE C

### Avaliação aplicada aos alunos na etapa final do projeto

1 - Qual fator pode ser mencionado para explicar o balançar das roupas penduradas no varal?

- ( ) O fator calor.
- ( ) O fator luminosidade.
- ( ) O fator vento.
- ( ) O fator ruído.
- ( ) O fator temperatura.

2 - O que é o vento?

- ( ) é o movimento das ondas do mar, devido a fatores específicos.
- ( ) é o movimento das cargas elétricas na atmosfera, devido a fatores específicos.
- ( ) é o movimento dos galhos das árvores, devido a fatores específicos.
- ( ) é o movimento das ondas de calor na atmosfera, devido a fatores específicos.
- ( ) é o movimento do ar na atmosfera terrestre, devido a fatores específicos.

3 - Durante o dia é comum perceber a oscilação da rapidez com que o vento se desloca. Nesse sentido, a característica do vento associado ao termo “rapidez” é o (a):

- ( ) Espaço
- ( ) Velocidade
- ( ) Aceleração
- ( ) Potência
- ( ) Impulso.

4 - Na questão 4 foi feita a seguinte assertiva: Os deslocamentos das massas de ar na atmosfera terrestre ocorrem com certa rapidez. Em Física, a expressão “rapidez” é utilizada para caracterizar a velocidade com que os fenômenos se processam. Ao analisar o termo “velocidade”, é possível associá-lo a uma dada forma de energia. Assinale a alternativa que se relaciona a esse termo:

- ( ) Energia luminosa

- ( ) Energia sonora
- ( ) Energia elétrica
- ( ) Energia potencial
- ( ) Energia cinética

5 - Qual é a energia que faz referência ao vento?

- ( ) o vento não possui energia
- ( ) energia luminosa
- ( ) energia sonora
- ( ) energia térmica
- ( ) energia eólica

6- O que é um gerador elétrico?

- ( ) É um aparelho que transforma energia elétrica em outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que transforma em energia elétrica outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que transforma energia em energia não importando a sua natureza.
- ( ) É um aparelho que cria energia elétrica a partir de outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que cria energia a partir de outra modalidade de energia.

7 - De forma simplificada como a energia eólica é transformada em eletricidade?

- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para aciona um gerador que através de um processo mecânico gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para aciona um gerador que através de um processo eletromagnético gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para aciona um gerador que através de um processo elétrico gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para aciona um gerador que através de um processo químico gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para aciona um gerador que através de um processo térmico gera eletricidade.

8 - Por que a energia eólica é vista com bons olhos para a geração de eletricidade em escala global?

- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, assim como outras formas de energia, polui muito o meio ambiente.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, assim como outras formas de energia, não polui o meio ambiente.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, mesmo sendo abundante, não é renovada.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, mesmo não sendo abundante, é renovada.
- ( ) Existem vários motivos que são contrários ao uso da energia eólica para geração de eletricidade, porém, por se tratar de uma fonte abundante e renovável e causar pouco impacto ambiental, vale a pena o investimento.

9 - Quais são os pontos positivos e negativos que foram relevantes para a sua formação em consequência da aplicação deste projeto?



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ – INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL  
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**FÁBIO SARMENTO BLANDES**

**UMA PROPOSTA DO TEMA ENERGIA EÓLICA NO ENSINO  
FUNDAMENTAL II ATRAVÉS DE ENSINO POR  
INVESTIGAÇÃO**

Santarém-Pará

2018

## APRESENTAÇÃO

Esta proposta consiste em um guia didático de apoio ao professor, voltado para o tema Energia Eólica no Ensino Fundamental II através de Ensino por Investigação. Nele são apresentados os principais conceitos de vento e as suas mais importantes características. Da mesma forma, é abordada a história do uso da Energia Eólica desde os povos primitivos até os dias atuais, dando ênfase ao processo de geração de eletricidade. Também são destacadas as vantagens e as desvantagens da utilização do recurso eólico como fonte alternativa de energia.

Esse produto final pedagógico possui um conjunto de quatro experimentos simples que podem ser montados, utilizando materiais de fácil acesso e baixo valor financeiro. Além disso, este trabalho encerra-se com a montagem de uma pequena maquete representando uma cidade abastecida por energia elétrica proveniente de uma usina eólica, uma vez que a visualização do objeto em estudo é fator determinante no processo ensino-aprendizagem.

Assim, o objetivo principal desta proposta de ensino consiste em oferecer ao docente da educação básica, em especial ao professor de Ciências do 9º Ano do Ensino Fundamental que ministra aulas de Física, um material didático de apoio com metodologias inovadoras, que auxiliem a sua prática docente referente ao tema Energia Eólica.

O presente trabalho é o produto da dissertação de Mestrado em Ensino de Física da UFOPA/SBF, intitulada “Uma proposta do tema Energia Eólica no Ensino Fundamental II através de Ensino por Investigação”.

O autor.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	-	Distribuição geral dos ventos.....	128
Figura 2.1	-	Anemômetros.....	129
Figura 2.2	-	Ar fluindo pela região de área A.....	129
Figura 3.1	-	Usina eólica.....	132
Figura 3.2	-	Aerogerador.....	133
Figura 3.3	-	Fenômeno da indução eletromagnética.....	134
Figura 4.1	-	Sistema eólico.....	136
Figura 7.1	-	Experimento 1.....	143
Figura 7.2	-	Experimento 2.....	144
Figura 7.3	-	Experimento 3.....	146
Figura 7.4	-	Experimento 4.....	147
Figura 7.5	-	Confecção do cenário da maquete.....	149
Figura 7.6	-	Mini usina eólica.....	151
Figura 7.7	-	Mini usina eólica observada de outro ângulo.....	151
Figura 7.8	-	Maquete da usina de Energia Eólica.....	152
Figura 7.9	-	Transformação de energia eólica em energia elétrica .....	153

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>TEORIA BÁSICA SOBRE ENERGIA EÓLICA.....</b>	<b>127</b>
1.1	CONHECENDO O VENTO.....	127
1.2	UM POUCO DA HISTÓRIA.....	127
1.3	A FONTE DE ENERGIA EÓLICA.....	127
<b>2.</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DO VENTO.....</b>	<b>128</b>
2.1	VELOCIDADE.....	128
2.2	POTÊNCIA.....	129
2.3	QUESTÕES DE APOIO.....	131
<b>3.</b>	<b>TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA EM ENERGIA ELÉTRICA.....</b>	<b>132</b>
3.1	O POTENCIAL ENERGÉTICO DA ENERGIA EÓLICA.....	132
3.2	OS AEROGERADORES.....	133
<b>4.</b>	<b>SISTEMA EÓLICO.....</b>	<b>135</b>
<b>5.</b>	<b>VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DA ENERGIA EÓLICA.....</b>	<b>136</b>
5.1	QUESTÕES DE APOIO.....	137
<b>6.</b>	<b>RECOMENDAÇÕES AO PROFESSOR.....</b>	<b>137</b>
<b>7.</b>	<b>DESENVOLVIMENTOS DAS ATIVIDADES, PROCESSO INVESTIGATIVO E MONTAGEM DOS EXPERIMENTOS.....</b>	<b>138</b>
7.1	AULA 1.....	138
7.2	AULA 2.....	141
7.3	EXPERIMENTO 1.....	142
7.4	EXPERIMENTO 2.....	144
7.5	AULAS 3 E 4.....	145
7.6	AULA 5.....	145
7.7	EXPERIMENTO 3.....	145
7.8	EXPERIMENTO 4.....	146
7.9	AULA 6.....	148
7.10	AULAS 7 E 8.....	148
7.11	CONSTRUÇÃO DA MAQUETE.....	148

7.12	TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA EM ENERGIA ELÉTRICA – UMA CIDADE ABASTECIDA POR ELETRICIDADE.....	152
7.13	AULA 9.....	153
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>154</b>
	<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>156</b>
	<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>160</b>
	<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>161</b>

## 1. TEORIA BÁSICA SOBRE ENERGIA EÓLICA

### 1.1 CONHECENDO O VENTO

Conforme Picolo e Rampielli (2014), o vento consiste no deslocamento de massas de ar, trazendo consigo energia com um grande potencial para ser utilizada na geração de eletricidade. Esse ramo de geração de energia elétrica está se expandindo amplamente nos últimos anos, por ser uma energia limpa e abundante, e por já apresentar um custo de geração viável a ponto de ser inserido na matriz energética brasileira.

### 1.2. UM POUCO DA HISTÓRIA

Os primeiros aproveitamentos da força dos ventos pelo homem têm data bastante imprecisa, mas, certamente, ocorreram há milhares de anos, no Oriente. Eram provavelmente máquinas que utilizavam a força aerodinâmica de arrasto, sobre placas ou velas, para produzir trabalho. Estima-se que a partir da Idade Média o homem passou a utilizar em maior escala as forças aerodinâmicas de sustentação, permitindo as grandes navegações e também maior eficiência às máquinas eólicas. (AMARANTE; ZACK; SÁ, 2001, p. 13).

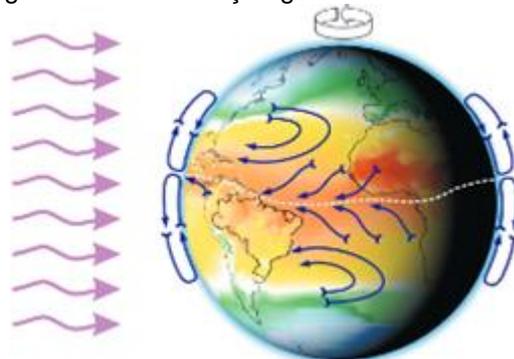
Dentro dessa perspectiva histórica, fica claro que os benefícios oferecidos pelo vento, ao longo da evolução das sociedades, são notórios. Atualmente, com os avanços tecnológicos, o homem tem usado esse recurso natural para a produção de eletricidade, por se tratar de uma fonte energética abundante e agredir pouco o meio ambiente.

### 1.3. A FONTE DE ENERGIA EÓLICA

O combustível do sistema de energia eólica é o vento, movimento do ar na atmosfera terrestre. Esse movimento do ar é gerado principalmente pelo aquecimento da superfície da Terra nas regiões próximas ao equador e pelo resfriamento nas regiões próximas aos polos. Dessa forma, os ventos das superfícies frias circulam dos polos em direção ao equador para substituir o ar quente tropical que, por sua vez, desloca-se para os polos. (LOPEZ, 2012, p.23).

A figura 1.1 ilustra de forma detalhada como o vento se desloca ao longo do globo terrestre. Percebe-se que os ventos das superfícies frias circulam dos polos em direção ao equador, enquanto que o ar quente se desloca para os polos.

Figura 1.1 – Distribuição geral dos ventos



Fonte: (AMARANTE; ZACK; SÁ, 2001, p. 23)

## 2. CARACTERÍSTICAS DO VENTO

### 2.1. VELOCIDADE

Conforme Lopes (2012), a velocidade é a característica mais notória que o vento possui. É utilizada para estimar o cálculo de potência e a quantidade de energia disponível para projetos de energia eólica, sendo que esta velocidade do vento é influenciada pela topografia da região, rugosidade do local e da altura que sopra o vento. A tabela 1 mostra a classificação do vento, de acordo com os seguintes parâmetros: escala, denominação, velocidade e avaliação. Nos projetos de energia eólica, conhecer esse recurso é fator determinante para a sua exploração garantindo maior eficiência aos resultados.

Tabela 1 – Classificação do vento

Escala	Denominação	Velocidade	Avaliação do vento em terra.
0	Calmo	1,44 Km/h	Não se nota nenhum movimento nos galhos das árvores.
1	Quase calmo	1.8 - 5.4 Km/h	A direção da fumaça sofre um pequeno desvio.
2	Brisa leve	6 - 12 Km/h	As folhas são levemente agitadas.
3	Vento fresco	13 - 20 Km/h	As folhas ficam em agitação contínua.
4	Vento moderado	20.6 - 29 Km/h	Poeira e pedaços de madeira são levantados.
5	Vento regular	29 - 39 Km/h	As árvores pequenas começam a oscilar.
6	Vento meio Forte	41 - 50 Km/h	Galhos maiores ficam agitados.
7	Vento forte	50 - 60 Km/h	Torna-se difícil andar contra o vento.

8	Vento muito forte	61 - 73 Km/h	Fica impossível andar contra o vento.
9	Ventania	74 - 86 Km/h	Telhas podem ser arrancadas.
10	Vendaval	88 - 100 Km/h	Árvores são derrubadas.
11	Furacão	298 - 450 Km/h	Produzem efeitos devastadores.

Fonte: Adaptado (RODRIGUES; GUERRA; YOUSSEF, 2011)

Vale destacar que, para determinar a velocidade e a direção do vento, é utilizado um aparelho chamado de Anemômetro. Este dispositivo pode ser encontrado no formato digital ou analógico. A figura 2.1 ilustra de forma simplificada dois anemômetros, um no formato digital e outro no analógico.

Figura 2.1 – Anemômetros



Anemômetro digital de bolso



Anemômetro analógico de torre

Fonte: (RODRIGUES; GUERRA; YOUSSEF, 2011)

## 2.2. POTÊNCIA

Conforme Lopez (2012), potência do vento é um fator determinante para as análises de projetos eólicos. Para determinar a potência disponível pelo vento, considere a situação proposta a seguir. Uma certa quantidade de ar de massa  $m$  e massa específica  $\rho$  é deslocada com velocidade  $v$  por uma região de seção transversal de área  $A$ , como mostra a figura 2.2.

Figura 2.2 – Ar fluindo pela região de área  $A$



Fonte: Adaptado (LOPES, 2012)

Nessas condições é assumido que a energia cinética, a massa específica e a potência média, conforme Doca, Biscuola e Bôas (2001), são estabelecidas pelas fórmulas, respectivamente, (1), (2) e (3), destacadas:

$$E_C = \frac{m.v^2}{2} \quad (1)$$

Sendo:

$E_C$  = energia cinética [J];  $m$  = massa de ar [kg] e  $v$  = velocidade do vento [m/s].

$$\rho = \frac{m}{V_{ol}} \quad (2)$$

Onde:

$\rho$  = massa específica do ar [Kg/m<sup>3</sup>] e  $V_{ol}$  = volume de ar [m<sup>3</sup>].

$$P_{ot} = \frac{E}{\Delta t} \quad (3)$$

Em que:

$P_{ot}$  = potência disponível no vento [W];  $E$  = energia [J] e  $\Delta t$  = intervalo de tempo [s].

Substituindo a equação 2 na equação 1, temos:

$$E_C = \frac{\rho.V_{ol}.v^2}{2} \quad (4)$$

A equação 4 na equação 3, temos:

$$P_{ot} = \frac{\rho.A.v^3}{2} \quad (5)$$

Sendo:

$A$  = área da seção transversal [m<sup>2</sup>].

A equação 5 pode ser utilizada para estimar o valor da potência disponível no vento. Ela mostra que a potência é proporcional à massa específica do ar, à área da seção transversal que escoar o vento e à velocidade do vento ao cubo. Com isso, observa-se que pequenas variações na velocidade do vento implicam em variações ao cubo na potência.

Segundo Lopes (2012), a massa específica do ar é dependente da temperatura ambiente e da pressão atmosférica, o seu valor pode ser determinado pela equação 6.

$$\rho = \frac{P_a}{R.T} \quad (6)$$

Onde:

$P_a$  = pressão atmosférica do ar [Pa];  $R$  = Constante do ar [287 J/kgK] e  $T$  = temperatura ambiente [K].

Como a temperatura ambiente e a pressão atmosférica são influenciadas pela altitude, o cálculo da massa específica do ar, de acordo com Lopes (2012), pode ser determinado utilizando a equação 7.

$$\rho = \frac{353,4 \left(1 - \frac{H}{45271}\right)^{5,2624}}{273,15 + T} \quad (7)$$

De modo que:

$H$  = altitude do local [m] e  $T$  = temperatura ambiente [°C].

### 2.3. QUESTÕES DE APOIO

1. O que é o vento?
2. Quais são as principais características do vento?
3. Como o vento é formado?
4. Quais são os fatores que influenciam o valor da velocidade do vento?

5. Qual é o aparelho utilizado para medir a velocidade do vento?
6. Como o vento está classificado?

### 3. TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA EM ENERGIA ELÉTRICA

#### 3.1. O POTENCIAL ENERGÉTICO DA ENERGIA EÓLICA

De acordo com Silva (2015), a energia eólica surge como principal alternativa em substituição às energias tradicionais. Esta forma de energia está presente nos ventos e, com a ajuda de aerogedores, é convertida em eletricidade. O potencial energético deste recurso é abundante e a sua renovação ocorre com a formação dos ventos.

O aproveitamento da energia dos ventos para a geração de eletricidade ocorre pela conversão de parte da energia cinética, disponível no ar em movimento, através da redução de sua velocidade quando passa pelas pás do aerogerador. O contato do vento com as pás faz surgir força de sustentação e de arrasto, realizando, assim, trabalho. (SILVA, 2015, p. 146).

A figura 3.1 mostra o aproveitamento da energia do vento para produção de eletricidade em grande escala. A energia produzida é utilizada para abastecer os grandes centros urbanos, gerando desenvolvimento e progresso ao mundo moderno.

Figura 3.1 – Usina eólica



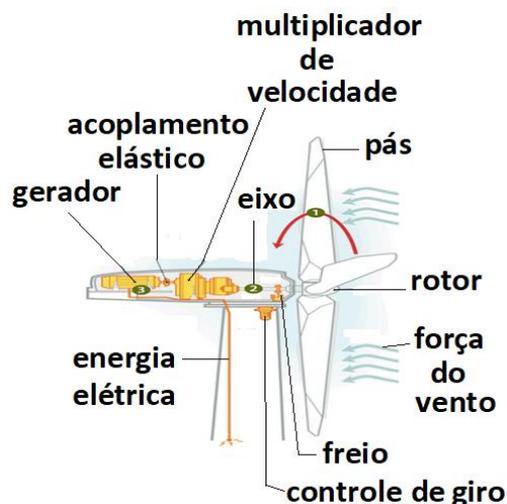
Fonte: (RODRIGUES; GUERRA; YOUSSEF, 2011)

### 3.2. OS AEROGERADORES

Aerogeradores são equipamento para produção de energia a partir da energia cinética do vento. Seus principais componentes são a turbina eólica e o gerador, mas também incluem outros equipamentos, dispositivos e sistemas. A turbina eólica acionada pelo vento transmite energia mecânica ao eixo que, por sua vez, movimenta o gerador. O gerador elétrico converte a energia mecânica em energia elétrica por meio da conversão eletromagnética. (LOPEZ, 2012, p. 115).

A figura 3.2 ilustra de forma simplificada um aerogerador identificando os seus principais elementos. O processo de produção de eletricidade ocorre quando o vento incide sobre as pás do aerogerador que, ao se movimentar, converte a energia cinética de translação do vento em potência mecânica no eixo do cata-vento. Essa potência é transmitida ao gerador, que, por meio de um processo de conversão eletromagnética, produz energia elétrica.

Figura 3.2 – Aerogerador

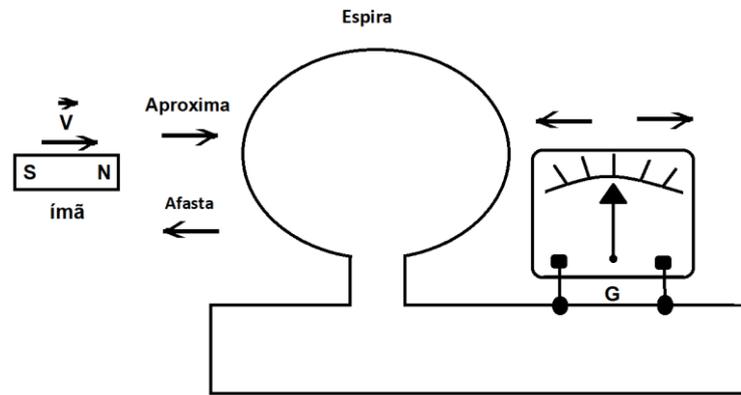


Fonte: (RODRIGUES; GUERRA; YOUSSEF, 2011)

Observa-se na figura 3.2 que o Aerogerador é o elemento responsável pela conversão da energia eólica em energia elétrica. Esse fato é possível devido à Lei de Faraday que, segundo os autores Luz e Alvarenga (2012), a variação do fluxo magnético em uma espira induz o aparecimento de uma força eletromotriz e, como consequência, o surgimento de uma corrente elétrica alternada nessa espira.

A figura 3.3 mostra de forma simplificada o fenômeno da indução eletromagnética de Faraday. A espira circular está conectada a um galvanômetro responsável por medir a passagem da corrente elétrica no circuito.

Figura 3.3 – Fenômeno da indução eletromagnética



Fonte: Própria (2018)

Percebe-se que, quando o ímã se aproxima da espira, o ponteiro do galvanômetro deflete num sentido; quando se afasta, o ponteiro deflete no outro sentido. Isto mostra que a variação do fluxo magnético através da espira induz o aparecimento de uma corrente elétrica no circuito.

Para Gaspar (2002), a força eletromotriz ( $\varepsilon$ ) induzida numa espira é diretamente proporcional à variação do fluxo magnético ( $\Phi_B$ ), que a atravessa numa superfície de área  $A$  e inversamente proporcional ao intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) em que essa variação ocorre. Matematicamente, a lei de Faraday pode ser escrita como:

$$\varepsilon = - \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} \quad (8)$$

Em que:

$\varepsilon$  = força eletromotriz induzida [V] e  $\Delta t$  = intervalo de tempo [s].

Se houver  $N$  espiras idênticas formando uma bobina plana, o fluxo total será dado por  $N\Delta\Phi_B$ .

O sinal negativo presente na equação 8 é utilizado para identificar o sentido em que a força eletromotriz induzida atua, determinando o sentido da corrente elétrica induzida. Esse sentido resulta em outra lei que completa a de Faraday, conhecida como lei de Lenz. Gaspar (2002, p. 247) afirma que: “A corrente elétrica

induzida num circuito gera um campo magnético que se opõe à variação do fluxo magnético que induz essa corrente”. Esse enunciado é conhecido como lei de Lenz. Essa lei é derivada do princípio da conservação da energia.

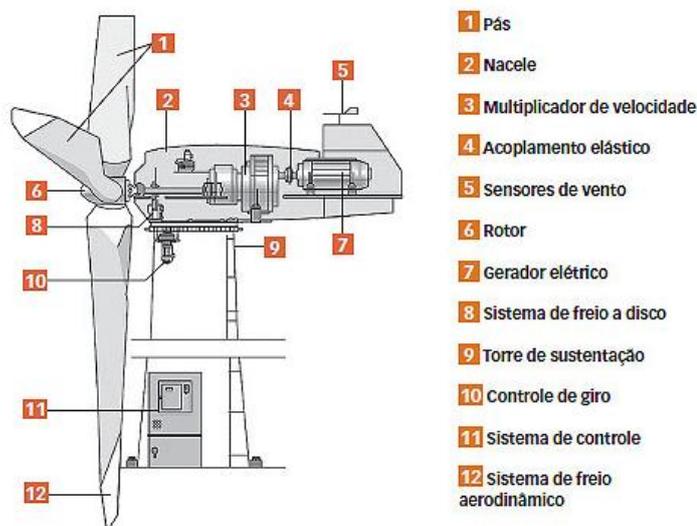
Basicamente, o interior de um Aerogerador é constituído de um ímã fixo e por uma espira colocada entre os polos desse ímã. A conexão da espira com o circuito que ele vai alimentar é feita por meio de escovas, que fazem contato com os anéis ligados às extremidades da espira. A espira está imersa em um campo magnético e quando entra em rotação, o fluxo magnético varia através dela. A variação desse fluxo cria uma corrente induzida na espira, que, através das escovas, passa para o circuito externo. Com a rotação da espira continuada, o fluxo magnético aumenta e diminui, assim, o sentido da corrente induzida será invertido periodicamente. Esse tipo de corrente elétrica é chamado de corrente alternada. (LUZ; ALVARENGA, 2012).

A rotação da espira é fruto da ação do vento que, em contato com as hélices do Aerogerador através de engrenagens, estabelecem relação entre si. Dessa forma a Energia Eólica é convertida em Energia Elétrica.

#### **4. SISTEMA EÓLICO**

Para os autores Rodrigues, Guerra e Youssef (2001), um sistema eólico é constituído por vários componentes que devem trabalhar em harmonia, de forma a propiciar um maior rendimento final. Esse sistema é constituído pelos seguintes elementos: vento; rotor; transmissão e caixa multiplicadora; gerador elétrico; mecanismo de controle; torre; transformador e acessórios. A figura 4.1 mostra de forma simplificada um sistema eólico utilizado para geração de eletricidade.

Figura 4.1 – Sistema eólico



Fonte: (BRUNA STAVISS, 2011)

## 5. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DA ENERGIA EÓLICA

É consenso que o consumo de energia elétrica no mundo vem crescendo a cada dia que passa. Nesse sentido, é necessário encontrar novas formas de energia capazes de suprir essa demanda energética sem agredir o meio ambiente. De modo geral, todo processo de produção de energia elétrica causa impactos ambientais. No caso da energia eólica não é diferente, porém, as agressões comparadas com as demais formas de produção de energia são menores. As vantagens e desvantagens em explorar esse recurso como fonte energética são apresentados a seguir:

De acordo com Rodrigues, Guerra e Youssef (2001), as vantagens em explorar a energia eólica são: i) é uma fonte de energia segura e renovável; ii) não causa danos ao meio ambiente, quando comparado com as outras fontes de geração de energia; iii) ocupa pequenas áreas; iv) gera grande quantidade de energia elétrica; v) a área pode ser utilizada para agricultura e pecuária e gasta pouco tempo de construção.

Como desvantagens, tem-se: i) poluição sonora; ii) interferência em sistemas de telecomunicações (interferências eletromagnéticas); iii) considerável efeito visual e paisagístico; iv) efeito de sombras em movimento e v) mortalidade de aves em zonas de imigração causada pelas pás em movimento.

## 5.1 QUESTÕES DE APOIO

1. O vento possui energia? Se sim, como é o nome dessa energia?
2. O que é um aerogerador?
3. É possível converter a energia do vento, caso exista, em energia elétrica?  
Se sim, como ocorre esse processo de conversão de energia?
4. O que é um sistema eólico?
5. Quais as vantagens em utilizar o vento para produção de eletricidade?
6. Quais as desvantagens em utilizar o vento para produção de eletricidade?

## 6. RECOMENDAÇÕES AO PROFESSOR

Caro professor, para a aplicação deste estudo é necessário a realização de quatro experimentos simples que ajudarão a investigar o problema proposto. Ao todo serão investigadas seis perguntas que fazem parte do problema apresentado inicialmente aos alunos. O problema faz referência ao estudo de energia eólica, dando ênfase à produção de energia elétrica. Para isso, torna-se necessário o estudo, de forma simplificada, de eletromagnetismo. Também devem ser levados em consideração os conhecimentos prévios dos alunos referentes ao tema em estudo, uma que vez que esta estratégia alimenta a formação de hipóteses.

Nesse sentido é sugerido ao professor que inicie este estudo junto aos alunos com a aplicação de um questionário, que também poderá ser utilizado como objeto avaliativo na etapa final. Para dar sentido ao estudo, também é recomendada a construção de uma pequena maquete para ilustrar como a energia eólica pode ser transformada em energia elétrica. A sugestão de carga horária é de 9 horas aulas de 45 minutos cada. Na planilha 1, é apresentado um cronograma que pode ser utilizado para o desenvolvimento das atividades em sala de aula.

Planilha 1 – Cronograma das atividades em sala de aula

Aula 1	Aplicação de um questionário
Aula 2	Apresentação do problema e realização dos experimentos 1 e 2
Aulas 3 e 4	Discussão das questões 1, 2 e 3
Aula 5	Realização dos experimentos 3 e 4
Aula 6	Discussão das questões 4, 5 e 6
Aula 7 e 8	Construção de uma maquete
Aula 9	Aplicação de uma avaliação

Fonte: Própria (2017)

## **7. DESENVOLVIMENTOS DAS ATIVIDADES, PROCESSO INVESTIGATIVO E MONTAGEM DOS EXPERIMENTOS**

### **7.1. AULA 1:**

Caro professor, esta aula é destinada à aplicação do questionário a seguir:

#### **Questionário sobre o tema Energia Eólica e geração de eletricidade**

1 - Qual fator pode ser mencionado para explicar o balançar das roupas penduradas no varal?

- ( ) O fator calor.
- ( ) O fator luminosidade.
- ( ) O fator vento.
- ( ) O fator ruído.

( ) O fator temperatura.

2 - O que é o vento?

( ) é o movimento das ondas do mar, devido a fatores específicos.

( ) é o movimento das cargas elétricas na atmosfera, devido a fatores específicos.

( ) é o movimento dos galhos das árvores, devido a fatores específicos.

( ) é o movimento das ondas de calor na atmosfera, devido a fatores específicos.

( ) é o movimento do ar na atmosfera terrestre, devido a fatores específicos.

3 - Durante o dia é comum perceber a oscilação da rapidez com que o vento se desloca. Nesse sentido, a característica do vento associada ao termo “rapidez” é o (a):

( ) Espaço.

( ) Velocidade.

( ) Aceleração.

( ) Potência.

( ) Impulso.

4 - Na questão 4, foi feita a seguinte assertiva: Os deslocamentos das massas de ar na atmosfera terrestre ocorrem com certa rapidez. Em Física, a expressão “rapidez” é utilizada para caracterizar a velocidade com que os fenômenos se processam. Ao analisar o termo “velocidade”, é possível associá-lo a uma dada forma de energia. Assinale a alternativa que se relaciona a esse termo.

( ) Energia luminosa.

( ) Energia sonora.

( ) Energia elétrica.

Energia potencial.

Energia cinética.

5 - Qual é a energia que faz referência ao vento?

o vento não possui energia.

energia luminosa.

energia sonora.

energia térmica.

energia eólica .

6 - O que é um gerador elétrico?

É um aparelho que transforma energia elétrica em outra modalidade de energia.

É um aparelho que transforma em energia elétrica outra modalidade de energia.

É um aparelho que transforma energia em energia, não importando a sua natureza.

É um aparelho que cria energia elétrica a partir de outra modalidade de energia.

É um aparelho que cria energia a partir de outra modalidade de energia.

7 - De forma simplificada, como a energia eólica é transformada em eletricidade?

A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo mecânico, gera eletricidade.

A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo eletromagnético, gera eletricidade.

( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo elétrico, gera eletricidade.

( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo químico, gera eletricidade.

( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo térmico, gera eletricidade.

8 - Por que a energia eólica é vista com bons olhos para a geração de eletricidade em escala global?

( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, assim como outras formas de energia, polui muito o meio ambiente.

( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, assim como outras formas de energia, não polui o meio ambiente.

( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, mesmo sendo abundante, não é renovada.

( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, mesmo não sendo abundante, é renovada.

( ) Existem vários motivos que são contrários ao uso da energia eólica para geração de eletricidade, porém, por se tratar de uma fonte abundante e renovável e causar pouco impacto ambiental, vale a pena o investimento.

## 7.2. AULA 2:

Professor, esta aula deve ser iniciada com a apresentação aos alunos de uma lista de questões problemas a serem investigadas. A lista sugerida é:

Lista de problemas a serem investigados:

1. O que é o vento?
2. Quais as principais características do vento?
3. O que é a Energia Eólica e quais são as suas principais aplicabilidades?
4. O que é um gerador elétrico?
5. Como ocorre o processo de geração de eletricidade por meio da utilização da Energia Eólica?
6. Quais as vantagens e as desvantagens de usar a Energia Eólica como fonte alternativa de Energia?

Na fase seguinte, os alunos devem ser orientados a discutir as perguntas da lista de problemas, para que hipóteses sejam formadas. Na sequência, deve ser iniciada a montagem dos experimentos 1 e 2.

### 7.3 EXPERIMENTO 1:

➤ OBJETIVOS PROPOSTOS:

- i) observar o vento;
- ii) entender o seu conceito;
- iii) identificar as suas principais características.

➤ MONTAGEM:

Materiais utilizados:

- ✓ 01 ventilador;
- ✓ 01 extensão de eletricidade de 10 metros de comprimento;
- ✓ Fitas de cetim com 30 cm de comprimento e 3 mm de largura.

O processo de montagem consiste em amarrar as fitas de cetim na grande de proteção do ventilador, para representar as rajadas de vento produzidas por esse aparelho, quando em funcionamento. Após esse procedimento, o professor deve caminhar em sala de aula, segurando o ventilador com suas mãos, sendo que inicialmente o aparelho deve estar desligado e, no momento seguinte, posto a funcionar, igual como mostra a figura 7.1.

Figura 7.1 - Experimento 1



Fonte: Própria (2017)

Ao variar as intensidades dos ventos em baixa, média e alta, através do cursor que liga e desliga o ventilador, novas características do vento serão observadas.

Professor, nessa fase, faça as seguintes perguntas aos alunos:

1. Com o ventilador desligado, que fenômeno físico pode ser observado produzido a partir desse aparelho?
2. Com o ventilador funcionando, que fenômeno físico pode ser observado produzido a partir desse aparelho?
3. Ao variar as intensidades do vento em baixa, média e alta, o que se pode observar?

Como se trata de um processo investigativo, é comum os alunos observarem fenômenos que fogem do tema proposto, porém, o professor deve usar toda a sua experiência para contornar a situação e voltar a discutir o tema proposto.

## 7.4. EXPERIMENTO 2

### ➤ OBJETIVOS PROPOSTOS

- i) descobrir se há no vento alguma forma de energia;
- ii) Identificar as aplicabilidades do vento.

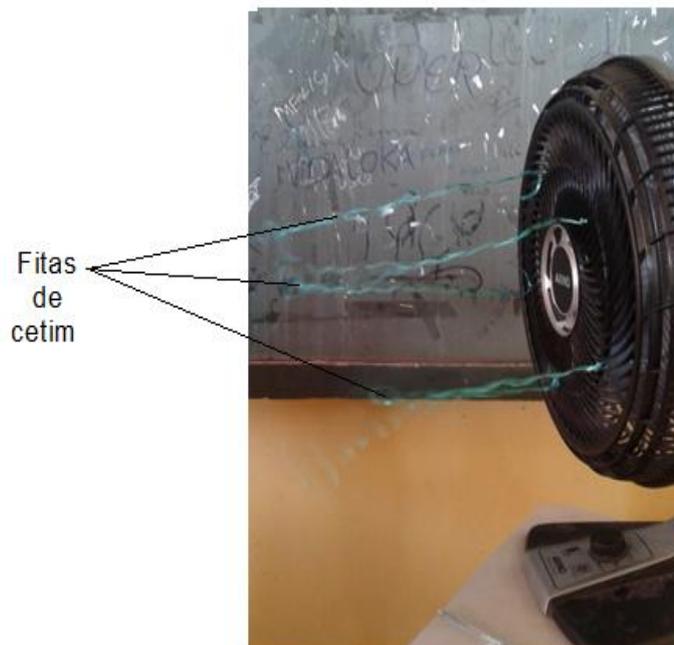
### ➤ MONTAGEM

#### Materiais utilizados

- ✓ 01 mesa;
- ✓ 01 ventilador;
- ✓ 01 extensão de eletricidade de 10 metros de comprimento;
- ✓ Fitas de cetim com 30 cm de comprimento e 3 mm de largura.

Para a montagem desse experimento, o professor deve utilizar o arranjo (dispositivo) produzido no experimento 1 (conjunto fitas de cetim amarradas na tela de proteção do ventilador) e colocá-lo sobre uma mesa como mostra a figura 7.2.

Figura 7.2 – Experimento 2



Fonte: Própria (2017)

Na sequência, o professor deve fazer as seguintes perguntas para a turma:

1. Por que, ao ligar o ventilador, as fitas de cetim se alinham na direção do vento?
2. Por que, ao desligar o ventilador, as fitas de cetim retornam à posição de origem?
3. Quais as aplicabilidades do vento?

#### 7.5. AULAS 3 e 4

Professor, nestas aulas devem ser realizadas as discussões das questões 1, 2 e 3, debatendo as hipóteses levantadas pelos alunos inicialmente. Todos os alunos devem participar das atividades. O docente deve tomar a frente dos debates e aproveitar a oportunidade para falar um pouco mais sobre os conceitos físicos presentes nos fenômenos observados durante o processo investigativo.

#### 7.6. AULA 5

Caro professor, nesta aula devem ser realizados os experimentos 3 e 4.

#### 7.7. EXPERIMENTO 3

##### ➤ OBJETIVOS PROPOSTOS

- i) conhecer um gerador elétrico;
- ii) identificar as suas principais características.

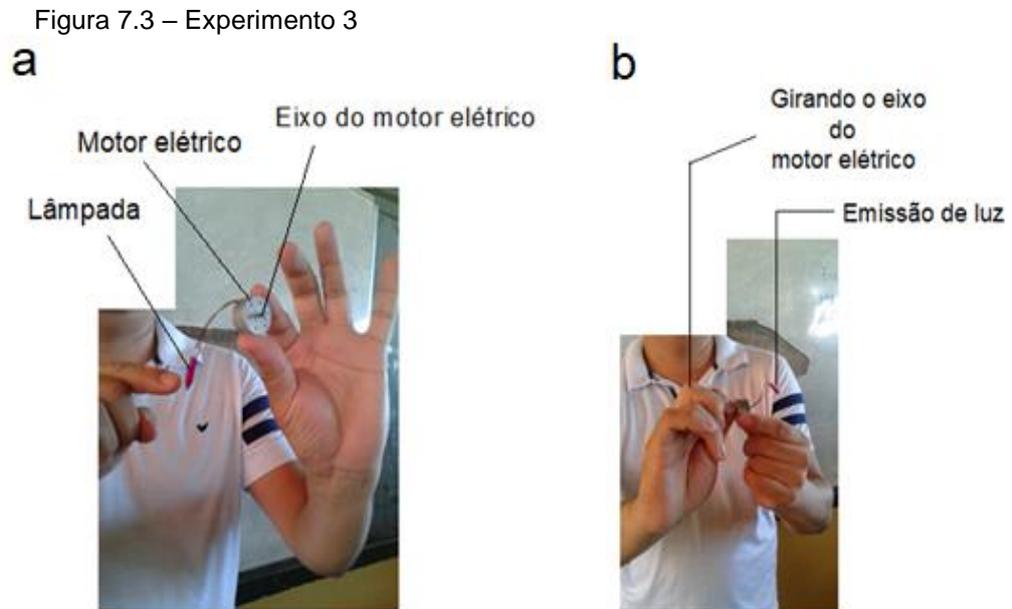
##### ➤ MONTAGEM

###### Materiais utilizados

- ✓ 01 pequeno motor elétrico de impressora;
- ✓ Fios conectores de pequeno diâmetro;
- ✓ 01 pequena lâmpada de árvore de natal.

O processo de montagem consiste em conectar os terminais elétricos do motor e da lâmpada, por meio de fios condutores, formando um aparelho chamado de dispositivo 1. Com essa configuração, a lâmpada não emite brilho, porém, ao aplicar com uma das mãos giros no eixo do motor, a lâmpada passa a emitir luz.

A figura 7.3 mostra como o professor deve proceder durante a realização do experimento 3 em sala de aula.



Fonte: Própria (2017)

Na sequência, devem ser feitas as seguintes perguntas aos alunos:

1. Por que a lâmpada não emite brilho ao ser ligada aos terminais elétricos do motor elétrico?
2. Por que a lâmpada, ao estar conectada aos terminais elétricos do motor, emite luz quando o eixo desse aparelho é posto a girar?
3. O que é um gerador elétrico?

## 7.8. EXPERIMENTO 4

### ➤ OBJETIVOS PROPOSTOS

- i) conhecer o processo de produção de energia elétrica a partir da energia eólica;
- ii) conhecer as vantagens e desvantagens do processo de utilização de energia para a produção de energia elétrica.

### ➤ MONTAGEM

### Materiais utilizados

- ✓ Dispositivo 1 (usado no experimento 3);
- ✓ 01 pedaço de cano de  $\frac{1}{2}$  polegada com 10 cm de comprimento;
- ✓ 01 conexão de cano (joelho de  $\frac{1}{2}$  polegada);
- ✓ 01 pequena hélice.

A montagem desse experimento consiste em unir uma das extremidades do cano a uma das extremidades do joelho, formando um objeto em formato de L. Nas extremidades livres desse objeto conecta-se o dispositivo 1 utilizado no experimento 3, sendo que a parte do joelho é destinada ao motor e a parte do cano à lâmpada. O eixo do motor é conectado a uma pequena hélice, formando uma nova configuração igual como mostra a figura 7.4. O professor deve mostrar aos alunos que a lâmpada passou a emitir luz.

Figura 7.4 – Experimento 4



Fonte: Própria (2017)

Observa-se que a hélice, ao entrar em contato com o vento produzido por um ventilador, adquire movimento de rotação, transferindo, dessa forma, esse movimento ao eixo do gerador que, através de um processo eletromagnético, converte energia eólica em energia elétrica. Após esta fase, o professor deve fazer as seguintes perguntas à turma:

1. Como ocorre a conversão de energia eólica em energia elétrica?

3. Qual processo eletromagnético é envolvido durante a conversão de energia?

3. Por que o vento é visto com bons olhos no cenário mundial como fonte de energia alternativa para fins de produção de eletricidade?

#### 7.9. AULA 6

Professor, nesta aula devem ser realizadas as discussões das questões 4, 5 e 6. Não esqueça que todos os alunos devem participar do debate. Aproveite a oportunidade para explorar um pouco mais sobre os conceitos físicos presentes nos fenômenos observados durante o processo investigativo.

#### 7.10. AULAS 7 e 8

Caro professor, estas duas aulas são destinadas à construção de uma maquete, que terá por função representar uma pequena cidade abastecida por uma usina eólica. O objetivo é mostrar aos alunos a aplicabilidade da energia do vento. Aos alunos cabe a responsabilidade de produzir o cenário. O professor fica responsável pela parte elétrica e montagem da maquete. Na etapa final, a maquete deve ser utilizada como objeto didático pedagógico para abordar a aplicabilidade da energia eólica.

#### 7.11 CONSTRUÇÃO DA MAQUETE

##### Materiais utilizados

- ✓ 01 folha de isopor;
- ✓ 04 folhas de EVA;
- ✓ 01 régua;
- ✓ 01 tubo de cola seca rápido;
- ✓ 01 tesoura;
- ✓ 01 estilete;
- ✓ 02 metros de cano de PVC (diâmetro ½ polegada);
- ✓ 03 joelhos de (diâmetro ½ polegada);

- ✓ 01 T (diâmetro ½ polegada);
- ✓ 01 motor de impressora;
- ✓ 04 pequenas lâmpadas de led;
- ✓ 01 ventilador;
- ✓ 01 pequena hélice;
- ✓ 01 extensão de energia de 10 metros de comprimento;
- ✓ Fios de cobre de pequeno diâmetro;
- ✓ Fita isolante;
- ✓ 01 pequena base móvel para prender a torre do Aerogerador (fica a critério do professor).

Para esta atividade, o professor deve formar grupos de 5 a 8 alunos e repartir as atividades. A figura 7.5 mostra uma aluna trabalhando na construção do cenário da pequena cidade. É importante que todos os discentes participem da realização das atividades.

Figura 7.5 – Confecção do cenário da maquete



Fonte: Própria (2017)

A cidade possui área de 42cm x 64 cm, as casas apresentam dimensões de 7 cm de frente, 11 cm de fundo e 8 cm de altura. Essas medidas ficam a cargo do professor. A mini usina eólica e a ligação elétrica devem ser feitas pelo docente em sua casa, e a montagem final da maquete na sala de aula com a participação dos alunos.

Dicas para a construção da mini usina eólica:

#### Materiais

- ✓ Fio de cobre de pequena espessura (8 metros);
- ✓ Fita isolante;
- ✓ 4 pequenas lâmpadas de led;
- ✓ Tudo de PVC (1,4 metros);
- ✓ 1 conector em forma de T (1/2 polegada);
- ✓ 3 conectores em forma de joelho (1/2 polegada);
- ✓ 1 motor de impressora;
- ✓ 1 hélice (pode ser produzida por um pedaço de cartolinha);
- ✓ 1 tesoura;
- ✓ 1 vidro de cola (seca rápido);
- ✓ Uma base de apoio para a torre de energia (fica a critério do professor).

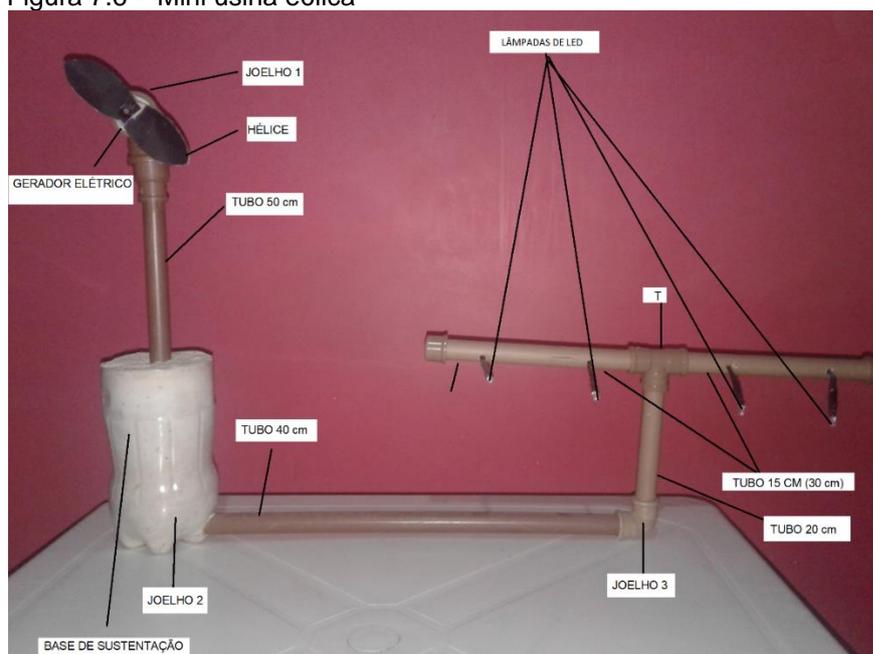
O fio de cobre deve ser cortado em 8 pedaços de 1 metro cada. Os fios cortados devem ser colocados lado a lado com propósito de obter dois polos, um positivo e outro negativo. Nessa nova configuração, os 4 fios positivos devem unir os polos positivos das lâmpadas aos polos positivos do gerador elétrico. Essa conexão deve ser feita de forma individual, ou seja, um fio para cada lâmpada. O mesmo trabalho deve ser feito para os fios negativos. É necessário que esses fios passem por dentro da tubulação de PVC, para que eles possam ficar escondidos do público.

O tubo de PVC deve ser cortado em 4 pedaços menores, de 50 cm, 40 cm, 30 cm e 20 cm de comprimentos. No tubo de 50 cm deve ser encaixado em cada uma de suas extremidades um joelho, sendo que o primeiro joelho irá receber o gerador elétrico e o segundo será conectado ao tudo de 40 cm. Na extremidade livre do tubo de 40 cm deverá ser conectado o tubo de 20 cm. A extremidade livre do tubo de 20 cm deverá receber a conexão T para que as suas duas extremidades livres recebam o tubo de 30 cm.

Nesse caso, o tudo de 30 cm deve ser cortado em dois pedaços de 15 cm, para formar uma espécie de linha de transmissão. Para finalizar, a hélice deverá ser conectada ao rotor do gerador.

O dispositivo produzido ao final deste trabalho é chamado de mini usina eólica e pode ser observado na figura 7.6.

Figura 7.6 – Mini usina eólica



Fonte: Própria (2017)

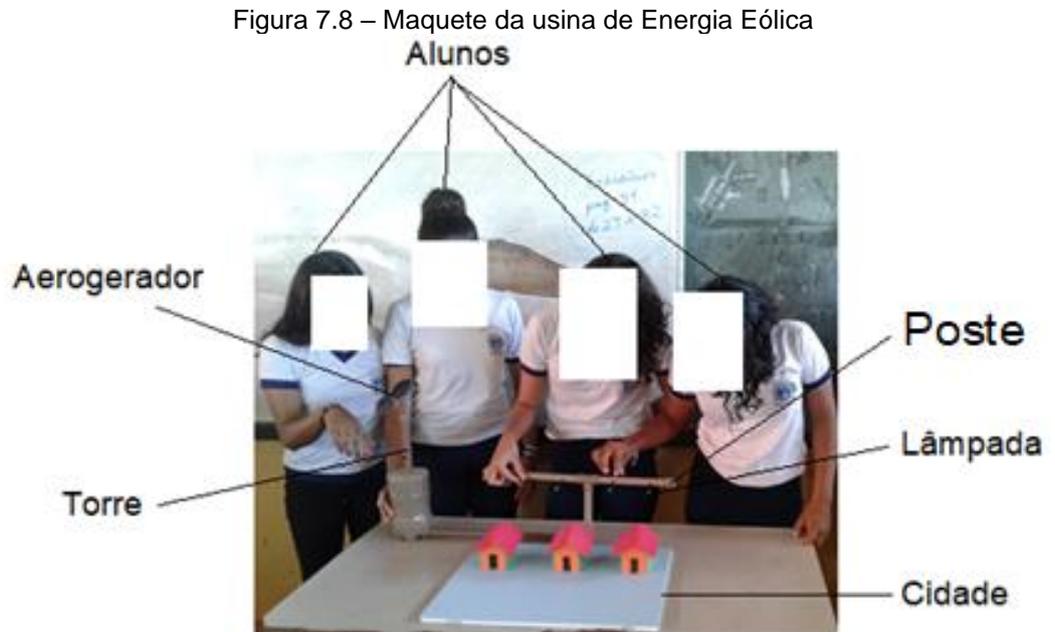
A mini usina eólica observada de outro ângulo é dada pela figura 7.7, conforme demonstração abaixo:

Figura 7.7 – Mini usina eólica observada de outro ângulo



Fonte: Própria (2017)

A figura 7.8 mostra a maquete finalizada. Nela, a torre do aerogerador, o poste de transmissão de energia elétrica, as lâmpadas no poste e a cidade estão perfeitamente conectados.



Fonte: Própria (2017)

## 7.12. TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA EM ENERGIA ELÉTRICA – UMA CIDADE ABASTECIDA POR ELETRICIDADE

A figura 7.9 mostra o resultado final da construção da maquete da usina de energia eólica em funcionamento. Neste caso, a energia proveniente do vento, por meio de um aerogerador e um processo eletromagnético, é convertida em energia elétrica. Esse fenômeno pode ser verificado ao observar as lâmpadas do poste emitindo luz. A energia produzida pela usina eólica foi utilizada para abastecer a pequena cidade, sendo que a fonte de energia eólica é o ventilador. Nesta etapa, o professor deve pedir aos alunos que observem a maquete.

Figura 7.9 – Transformação de energia eólica em energia elétrica



Fonte: Própria (2017)

### 7.13. AULA 9

Nesta aula, o professor deve aplicar à turma uma avaliação. Neste caso, a avaliação aplicada será o mesmo questionário respondido pelos alunos no início deste trabalho. O objetivo da aplicação do mesmo questionário como suporte avaliativo consiste em comparar o índice de acertos dos alunos nas questões. Ao comparar os dados antes e depois, é possível fazer uma análise referente à eficiência do trabalho desenvolvido.

Além do questionário, também deve ser perguntado aos alunos: quais os pontos positivos e negativos que foram relevantes para a sua formação, em consequência da aplicação da proposta de ensino desenvolvida em sala de aula. .

Com isso, pode-se verificar quais benefícios este trabalho poderá fornecer à vida dos alunos.

## REFERÊNCIAS

ALINE ASSIS (Ed.). **Aplicação do Princípio da Indução Magnética: Gerador Elétrico**. 2015. Disponível em: <<http://imaneodimio.com.br/titulo-destaque-rodapé/>>. Acesso em: 24 fev. 2018.

ALVES, José Eustáquio Diniz. **O crescimento da energia eólica no mundo em 2017. 2018**. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2018/02/19/o-crescimento-da-energia-eolica-no-mundo-em-2017-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>>. Acesso em: 26 fev. 2018

AMARANTE, Odilon A. Camargo do; ZACK, Michael Brower e John; SÁ, Antonio Leite de. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**. 2001. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas\\_eolico/Atlas do Potencial Eólico Brasileiro.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf)>. Acesso em: 22 fev. 2018.

ANDRADE; YOUSSEF, Youssef Ahmad. **Energias Renováveis: Energia Eólica**. 2011. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/259868038\\_Energia\\_Eolica\\_em\\_Energias\\_Renovaveis](https://www.researchgate.net/publication/259868038_Energia_Eolica_em_Energias_Renovaveis)>. Acesso em: 22 fev. 2018

BISCUOLA, Glauter José; BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou. **Física: Ensino Médio Volume 3**. São Paulo: Saraiva, 2010.

BRUNA STAVISS (Ed.). **Energia: Usina Eólica de Alegria I**. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/6/artigo227165-2.aspx>>. Acesso em: 24 fev. 2018

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **TÓPICOS DE Física 1: MECÂNICA**. 18. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

GASPAR, Alberto. **FÍSICA: Eletromagnetismo Física Moderna**. São Paulo: ática, 2002. p.101-120 | mai-ago | 2015.

LOPEZ, Ricardo Aldabó. **Energia Eólica**. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2012.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume único**. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2012.

PARANÁ, Djalma Nunes da Silva. **FÍSICA: ELETRICIDADE**. 7. ed. São Paulo: Ática, 1999.

PICOLO, Ana Paula et al. **Uma abordagem sobre a energia eólica como alternativa de ensino de tópicos de física clássica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 4, 4306 (2014) [www.sbfisica.org.br](http://www.sbfisica.org.br)

PORTAL DA ENERGIA: **TIPOS DE GERADORES DE ENERGIA: CONHEÇA**. TIPOS DE GERADORES DE ENERGIA: CONHEÇA. 2018. Disponível em: <http://portaldaenergia.com/tipos-de-geradores-de-energia-conheca/>. Acesso em: 16 jul. 2018.

SILVA, Alexander Marques. **Energia eólica: conceitos e características basilares para uma possível suplementação da matriz energética brasileira**. Revista Direito Ambiental e sociedade, v. 6, n. 2, 2016 (p. 53-76)

SILVA, Neilton Fidelis da. **Energias Renováveis na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: O Caso da Energia Eólica**. Rio de Janeiro: Synergia, 2015.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgar. **Química: Volume único**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

## APÊNDICE A

### Questionário sobre o tema Energia Eólica e geração de eletricidade

1 - Qual fator pode ser mencionado para explicar o balançar das roupas penduradas no varal?

- ( ) O fator calor.
- ( ) O fator luminosidade.
- ( ) O fator vento.
- ( ) O fator ruído.
- ( ) O fator temperatura.

2 - O que é o vento?

- ( ) é o movimento das ondas do mar, devido a fatores específicos.
- ( ) é o movimento das cargas elétricas na atmosfera, devido a fatores específicos.
- ( ) é o movimento dos galhos das árvores, devido a fatores específicos.
- ( ) é o movimento das ondas de calor na atmosfera, devido a fatores específicos.
- ( ) é o movimento do ar na atmosfera terrestre, devido a fatores específicos.

3 - Durante o dia é comum perceber a oscilação da rapidez com que o vento se desloca. Nesse sentido, a característica do vento associada ao termo “rapidez” é o (a):

- ( ) Espaço.
- ( ) Velocidade.

- ( ) Aceleração.
- ( ) Potência.
- ( ) Impulso.

4 - Na questão 4, foi feita a seguinte assertiva: Os deslocamentos das massas de ar na atmosfera terrestre ocorrem com certa rapidez. Em Física, a expressão “rapidez” é utilizada para caracterizar a velocidade com que os fenômenos se processam. Ao analisar o termo “velocidade”, é possível associá-lo a uma dada forma de energia. Assinale a alternativa que se relaciona a esse termo.

- ( ) Energia luminosa.
- ( ) Energia sonora.
- ( ) Energia elétrica.
- ( ) Energia potencial.
- ( ) Energia cinética.

5 - Qual é a energia que faz referência ao vento?

- ( ) o vento não possui energia.
- ( ) energia luminosa.
- ( ) energia sonora.
- ( ) energia térmica.
- ( ) energia eólica.

6- O que é um gerador elétrico?

- ( ) É um aparelho que transforma energia elétrica em outra modalidade de energia.

- ( ) É um aparelho que transforma em energia elétrica outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que transforma energia em energia, não importando a sua natureza.
- ( ) É um aparelho que cria energia elétrica a partir de outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que cria energia a partir de outra modalidade de energia.

7 - De forma simplificada, como a energia eólica é transformada em eletricidade?

- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo mecânico, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo eletromagnético, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo elétrico, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo químico, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo térmico, gera eletricidade.

8 - Por que a energia eólica é vista com bons olhos para a geração de eletricidade em escala global?

- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, assim como outras formas de energia, polui muito o meio ambiente.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, assim como outras formas de energia, não polui o meio ambiente.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, mesmo sendo abundante, não é renovada.

( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, mesmo não sendo abundante, é renovada.

( ) Existem vários motivos que são contrários ao uso da energia eólica para geração de eletricidade, porém, por se tratar de uma fonte abundante e renovável e causar pouco impacto ambiental, vale a pena o investimento.

## APÊNDICE B

Lista de questões problemas usadas no processo investigativo

- 1 – O que é o vento?
- 2 – Quais as principais características do vento?
- 3 – O que é a Energia Eólica e quais são as suas principais aplicabilidades?
- 4 – O que é um gerador elétrico?
- 5 – Como ocorre o processo de geração de eletricidade, por meio da utilização da Energia Eólica?
- 6 – Quais as vantagens e desvantagens de usar a Energia Eólica como fonte alternativa de Energia?

## APÊNDICE C

### Avaliação aplicada aos alunos na etapa final do projeto

1 - Qual fator pode ser mencionado para explicar o balançar das roupas penduradas no varal?

- ( ) O fator calor.
- ( ) O fator luminosidade.
- ( ) O fator vento.
- ( ) O fator ruído.
- ( ) O fator temperatura.

2 - O que é o vento?

- ( ) é o movimento das ondas do mar, devido a fatores específicos.
- ( ) é o movimento das cargas elétricas na atmosfera, devido a fatores específicos.
- ( ) é o movimento dos galhos das árvores, devido a fatores específicos.
- ( ) é o movimento das ondas de calor na atmosfera, devido a fatores específicos.
- ( ) é o movimento do ar na atmosfera terrestre, devido a fatores específicos.

3 - Durante o dia, é comum perceber a oscilação da rapidez com que o vento se desloca. Nesse sentido, a característica do vento associada ao termo “rapidez” é o (a):

- ( ) Espaço.
- ( ) Velocidade.

- Aceleração.
- Potência.
- Impulso.

4 - Na questão 4, foi feita a seguinte assertiva: Os deslocamentos das massas de ar na atmosfera terrestre ocorrem com certa rapidez. Em Física, a expressão “rapidez” é utilizada para caracterizar a velocidade com que os fenômenos se processam. Ao analisar o termo “velocidade”, é possível associá-lo à uma dada forma de energia. Assinale a alternativa que se relaciona a esse termo.

- Energia luminosa.
- Energia sonora.
- Energia elétrica.
- Energia potencial.
- Energia cinética.

5 - Qual é a energia que faz referência ao vento?

- o vento não possui energia.
- energia luminosa.
- energia sonora.
- energia térmica.
- energia eólica.

6- O que é um gerador elétrico?

- É um aparelho que transforma energia elétrica em outra modalidade de energia.

- ( ) É um aparelho que transforma em energia elétrica outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que transforma energia em energia, não importando a sua natureza.
- ( ) É um aparelho que cria energia elétrica a partir de outra modalidade de energia.
- ( ) É um aparelho que cria energia a partir de outra modalidade de energia.

7 - De forma simplificada, como a energia eólica é transformada em eletricidade?

- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo mecânico, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo eletromagnético, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo elétrico, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo químico, gera eletricidade.
- ( ) A energia cinética do vento é utilizada para acionar um gerador que, através de um processo térmico, gera eletricidade.

8 - Por que a energia eólica é vista com bons olhos para a geração de eletricidade em escala global?

- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, assim como outras formas de energia, polui muito o meio ambiente.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, assim como outras formas de energia, não polui o meio ambiente.
- ( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade não é viável, pois, mesmo sendo abundante, não é renovada.

( ) A utilização da energia eólica para a produção de eletricidade é viável, pois, mesmo não sendo abundante, é renovada.

( ) Existem vários motivos que são contrários ao uso da energia eólica para geração de eletricidade, porém, por se tratar de uma fonte abundante e renovável e causar pouco impacto ambiental, vale a pena o investimento.

9 - Quais os pontos positivos e negativos que foram relevantes para a sua formação, em consequência da aplicação deste projeto?