

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**UTILIZAÇÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA DA ATMOSFERA E  
EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO COM O OLHAR DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL**

MONIQUE BRAGA BARBOZA

Mossoró - RN  
2015

MONIQUE BRAGA BARBOZA

**UTILIZAÇÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA DA ATMOSFERA E  
EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO COM O OLHAR DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da UFERSA como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino Física.

Orientadores:

Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins

Profa. Dra. Erlania Lima de Oliveira

Mossoró - RN

2015



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

MONIQUE BRAGA BARBOZA

UTILIZAÇÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA DA ATMOSFERA E  
EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO COM O OLHAR DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

Dissertação apresentada à Universidade  
Federal Rural do Semi-Árido, campus  
Mossoró, como parte das exigências para  
a obtenção do título de Mestre em  
Ensino de Física.

Aprovada em: 02/10/2015

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins - UFERSA

Presidente da banca e orientador

Prof. Dr. Alexandre Pereira Lima - UFERSA

Membro interno

Prof. Dr. Gilvan Luiz Borbet - UFRN

Membro externo à Instituição

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me conferir tantas dádivas dentre as quais se encontra esta oportunidade ímpar de prosseguir meus estudos na minha área de formação;

Agradeço à minha mãe Helena Vieira Braga e aos meus irmãos Reinaldo Braga, Maria do Perpétuo Socorro e Maria Elizabeth por todo o apoio e incentivo em todos os momentos da minha jornada;

Agradeço ao meu querido esposo Edesio Miguel Barboza Jr, por toda a paciência, companheirismo, dedicação e por estar ao meu lado me auxiliando em todas as horas. Você é o amor da vida;

Agradeço ao meu filho Rubem Braga Barboza, pelo carinho e pelo amor dedicados a mim todos os dias. Você é a razão do meu viver;

Agradeço à Profa. Ruth Bruno por todo o conhecimento que adquiri graças à sua sabedoria, paciência e docilidade;

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins e a minha co-orientadora Profa. Erlania Lima de Oliveira pela confiança em meu trabalho;

Agradeço aos colegas de Mestrado por todas as experiências e em especial aos amigos Dácio Alves, Sammya Kele, Eliúde Xavier e Geovane Pessoa pela paciência nos trabalhos e por compartilharem seus conhecimentos;

Agradeço aos funcionários da UFERSA pela presteza e serviços tão importantes dedicados a todos do Mestrado.

Agradeço a todos os meus alunos do IFRN Campus Apodi-RN por participarem deste trabalho e por todas as oportunidades de aprendizado a cada aula;

E, finalmente, agradeço a Capes pelo apoio financeiro.

*Cada pessoa deve trabalhar para o seu aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo, participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade”.*

*(Marie Curie)*

## RESUMO

O presente trabalho apresenta a utilização de tópicos de Física da Atmosfera aliada ao uso de experimentos de baixo custo como ferramenta didática para auxiliar na aprendizagem significativa de conteúdos de Óptica, Eletricidade e Física Moderna. Assim, foi desenvolvido um produto intitulado 50 CURIOSIDADES SOBRE FÍSICA DA ATMOSFERA QUE VOCÊ VAI GOSTAR DE SABER que é constituído por experimentos de baixo custo que simulam fenômenos atmosféricos e por um texto de apoio contendo 50 perguntas e respostas relacionadas à Física da Atmosfera, com o objetivo de fornecer ao professor um material potencialmente significativo complementar às suas aulas. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel que, em linhas gerais, propõe que os novos conhecimentos são adquiridos por meio de uma relação com os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva de quem está aprendendo, foi utilizada como referencial teórico. O produto educacional foi aplicado em turmas do Ensino Médio do IFRN Campus Apodi-RN, cujos alunos foram submetidos a pré e pós-testes com o objetivo de se verificar a eficácia do material na aprendizagem dos conteúdos. Ao analisar os resultados obtidos nestes testes foi possível verificar no geral uma melhoria na proficiência dos discentes, sugerindo então que o produto é capaz de potencializar o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, foi constatada uma maior participação dos alunos durante as aulas, sinalizando que esta proposta também desempenha um papel motivacional para os mesmos no âmbito do aprendizado dos conteúdos de Física.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Significativa. Física da Atmosfera. Experimentos de baixo custo.

## ABSTRACT

This work presents the utilization of physical atmosphere topics and low-cost experiments as an educational tool to assist in meaningful learning of optics, electricity and modern physics contents. Thus, we developed an educational product titled 50 CURIOSITY THINGS ABOUT ATMOSPHERE PHYSICAL THAT YOU WILL LIKE TO KNOW which is constituted for low-cost experiments that simulate atmospheric phenomena and a support text that contains 50 questions and answers related to atmospheric physics with the purpose to offer the teachers a potentially significant material to improve the classes. The meaningful learning theory of David Ausubel which assumes that the new knowledge is acquired through the relationship with the student already know was used as the theoretical reference. The product was used at IFRN Campus Apodi - RN high school classes whose students were submitted to pretesting and post-test with the purpose of verify the content learning. The analysis of the tests results suggest that the product is able to contribute to learning. Furthermore, a greater participation of the students was noted in the classes which indicates that this proposal motivates the students to learn physics.

**Keywords:** Meaningful Learning. Physical Atmosphere. Low-cost experiments.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....	11
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO .....	12
1.1 - Motivação para o trabalho .....	12
1.2 – Estratégias para a solução dos problemas.....	13
1.3 – Conceitos de Física da Atmosfera na sala de aula .....	14
1.4 - Objetivo do trabalho.....	15
1.5 - Estrutura do trabalho .....	18
CAPÍTULO 2: REVISÃO DA LITERATURA .....	20
CAPÍTULO 3: REFERENCIAL TEÓRICO - A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL .....	26
CAPÍTULO 4: UMA BREVE DESCRIÇÃO DO PRODUTO – 50 CURIOSIDADES SOBRE FÍSICA DA ATMOSFERA QUE VOCÊ VAI GOSTAR DE SABER .....	31
4.1 – Experimento Nuvem na Garrafa PET .....	33
4.2 – Experimento Eletróforo - A Física dos Raios e Trovões .....	34
4.3 – Experimento Céu Azul.....	34
4.4 – Experimento Efeito Estufa .....	35
CAPÍTULO 5: A UTILIZAÇÃO DO PRODUTO NA SALA DE AULA E ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO PRODUTO.....	36
5.1 – Experimento 1: Nuvem na garrafa PET.....	37
5.2 – Experimento 2 - Eletróforo: Tumas 1M e 1V .....	43
5.3 – Experimento 3 - Efeito Estufa: Tumas 1M e 1V .....	56
CAPÍTULO 6: ANÁLISE ESTATÍSTICA DE UM ESTUDO DE CASO .....	68
6.1 – Aplicação do Experimento Céu Azul .....	68
6.2 – Análise estatística do experimento céu azul utilizando a proficiência dos discentes .	72
CAPÍTULO 7: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
ANEXO I - PRODUTO DESENVOLVIDO NO TRABALHO.....	83

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1** Fluxograma do trabalho
- Figura 5.1** Material Necessário para Nuvem na Garrafa
- Figura 5.2** Experimento Nuvem na Garrafa
- Figura 5.3** Respostas questão 1 nuvem na garrafa
- Figura 5.4** Respostas questão 2 nuvem na garrafa
- Figura 5.5** Respostas questão 3 nuvem na garrafa
- Figura 5.6** Respostas questão 4 nuvem na garrafa
- Figura 5.7** Respostas questão 5 nuvem na garrafa
- Figura 5.8** Respostas questão 6 nuvem na garrafa
- Figura 5.9** Respostas questão 7 nuvem na garrafa
- Figura 5.10** Foto Experimento Eletróforo
- Figura 5.11** Foto Experimento Eletróforo
- Figura 5.12** Respostas questão 1 eletróforo (Turma1M)
- Figura 5.13** Respostas questão 2 eletróforo (Turma1M)
- Figura 5.14** Respostas questão 3 eletróforo (Turma1M)
- Figura 5.15** Respostas questão 4 eletróforo (Turma1M)
- Figura 5.16** Respostas questão 5 eletróforo (Turma1M)
- Figura 5.17** Respostas questão 6 eletróforo (Turma1M)
- Figura 5.18** Respostas questão 7 eletróforo (Turma1M)
- Figura 5.19** Respostas questão 8 eletróforo (Turma1M)
- Figura 5.20** Respostas questão 1 eletróforo (Turma1V)
- Figura 5.21** Respostas questão 2 eletróforo (Turma1V)
- Figura 5.22** Respostas questão 3 eletróforo (Turma1V)
- Figura 5.23** Respostas questão 4 eletróforo (Turma1V)
- Figura 5.24** Respostas questão 5 eletróforo (Turma1V)
- Figura 5.25** Respostas questão 6 eletróforo (Turma1V)
- Figura 5.26** Respostas questão 7 eletróforo (Turma1V)
- Figura 5.27** Respostas questão 8 eletróforo (Turma1V)
- Figura 5.28** Material usado no experimento efeito estufa
- Figura 5.29** Aula sobre espectro eletromagnético
- Figura 5.30** Respostas questão 1 efeito estufa (Turma1M)

- Figura 5.31** Respostas questão 2 efeito estufa ( Turma1M)
- Figura 5.32** Respostas questão 3 efeito estufa ( Turma1M)
- Figura 5.33** Respostas questão 4 efeito estufa ( Turma1M)
- Figura 5.34** Respostas questão 5 efeito estufa ( Turma1M)
- Figura 5.35** Respostas questão 6 efeito estufa ( Turma1M)
- Figura 5.36** Respostas questão 7 efeito estufa ( Turma1M)
- Figura 5.37** Respostas questão 1 efeito estufa ( Turma1V)
- Figura 5.38** Respostas questão 2 efeito estufa ( Turma1V)
- Figura 5.39** Respostas questão 3 efeito estufa ( Turma1V)
- Figura 5.40** Respostas questão 4 efeito estufa ( Turma1V)
- Figura 5.41** Respostas questão 5 efeito estufa ( Turma1V)
- Figura 5.42** Respostas questão 6 efeito estufa ( Turma1V)
- Figura 5.43** Respostas questão 7 efeito estufa ( Turma1V)
- Figura 6.1** Material experimento céu azul
- Figura 6.2** Experimento céu azul
- Figura 6.3** Gráfico Percentual de acerto experimento céu azul Turmas 1M e 1V
- Figura 6.4** Gráfico de Distribuição de alunos na escala de habilidades

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ENEM** Exame Nacional do Ensino Médio.
- IFRN** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.
- PCN+** Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.
- TRI** Teoria de Resposta ao Item.
- PVC** Policloreto de Polivinila.

# CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

## 1.1 - Motivação para o trabalho

O ensino das ciências, em particular o ensino de Física, vem atravessando um período de grandes transformações em virtude dos avanços científicos e tecnológicos nos últimos anos. Torna-se visível a necessidade dos professores atualizarem as suas metodologias e estratégias de ensino, pois, o ato de lecionar Física deve ser capaz de correlacionar os conteúdos vistos na sala de aula ao cotidiano do aluno, que passa pelos paradigmas de uma era digital e de acesso a um grande volume de informações.

O método tradicional de ensino, constituído pela exposição de conteúdos, gráficos no quadro e resolução de exercícios já não é mais atrativo para os alunos, uma vez que os mesmos têm acesso a milhares de informações de maneira rápida e fácil e à troca de experiências instantâneas na internet. Dessa forma, adotar do modelo tradicional faz com que eles terminem por achar as aulas desinteressantes, perdendo o estímulo para aprender os conteúdos de Física e optando por “navegar” na internet no horário em que deveriam estar se dedicando aos estudos.

Tradicionalmente a grande maioria dos alunos alega que a Física é muito complicada e de difícil compreensão. Este problema ainda se agrava em virtude da dificuldade que boa parte dos alunos possui com a disciplina de matemática, ferramenta bastante utilizada pela Física durante as demonstrações dos fenômenos e da resolução de exercícios. Outro fator deveras importante dentro deste contexto da dificuldade com a matemática está relacionado com o nível dos conteúdos vistos pelos alunos que frequentaram principalmente as escolas públicas no Ensino Fundamental e que infelizmente chegam ao Ensino Médio sem saber como resolver uma equação do primeiro grau.

Diante deste cenário, procurar entretenimento fora da sala através da utilização de dispositivos eletrônicos avançados, não constitui uma difícil tarefa para os alunos que não se identificam com a disciplina. O discente atual está vivenciando esta fase de interações virtuais e explosão tecnológica e os docentes possuem a necessidade de se inserirem nessa nova realidade, pois, caso contrário, suas aulas

tornam-se pouco atrativas, dificultando assim a construção do conhecimento dentro do ambiente escolar.

Não é difícil encontrar alunos que questionem a necessidade de se estudar determinado conteúdo, ou se aquele conteúdo fará parte da vida dele. Neste caso o professor precisa estar apto para relacionar este conteúdo com situações do cotidiano que o aluno vivencia, demonstrando a importância da aprendizagem dos conteúdos de Física.

Outro ponto importante que merece destaque é a visão criada pelos alunos de que a Física é uma disciplina que deve ser aprendida somente com a finalidade de se alcançar as aprovações nos vestibulares tradicionais e no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Diante desta realidade, é necessário que exista a preocupação dos professores de conscientizar os alunos para a necessidade da formação de cidadãos críticos, que compreendem o mundo em que vivem e são capazes de discernir aquilo que realmente é importante e significativo às suas vidas, demonstrando que além de vestibulares, a disciplina de Física é capaz de prepará-los para compreender e enfrentar as mais diversas situações que eles encontrarão em suas vidas.

Dessa forma, diante de tantas questões importantes enfrentadas atualmente pelos profissionais da educação que atuam no ensino de Física é possível perceber que existe a necessidade de inovação por parte destes profissionais, buscando novas estratégias e metodologias educacionais que facilitem o processo de ensino-aprendizagem.

## **1.2 – Estratégias para a solução dos problemas**

A opção de inserir temas do cotidiano na sala de aula pode funcionar como facilitador da aprendizagem de determinados conteúdos, pois traz para as aulas de Física situações que os alunos observam frequentemente e demonstram a importância da disciplina na vida dos alunos. Nem sempre essa relação é possível, mas sua utilização se mostra útil e bastante proveitosa, despertando nos alunos a curiosidade e o desejo de aprender, além de estimular uma maior participação dos discentes durante as aulas.

Além disso, a realização de experimentos simples em sala de aula também constitui um importante fator de estímulo para os alunos, pois é capaz de proporcionar diversos momentos de discussão e aprendizagem. Ao visualizar um experimento sendo realizado é bastante provável que aquele fenômeno físico desperte a atenção dos alunos e coloque-os diante da oportunidade de adquirir novos conhecimentos.

Neste contexto, um problema enfrentado pela maioria dos professores é que, embora a utilização de experimentos seja aconselhável e bastante proveitosa para as aulas, nem sempre a utilização de um laboratório de física na escola onde atuam é viável ou possível, por falta de espaço ou falta de equipamentos na escola.

Assim, tendo em vista que este problema pode afetar a maioria dos professores que atuam principalmente na rede pública de ensino, propomos neste trabalho a utilização de experimentos de baixo custo, de fácil acesso e simples realização, pois acreditamos que desta maneira o professor poderá contornar estas dificuldades, proporcionando aos alunos aulas mais dinâmicas e que os estimulam a participar ativamente da construção de seu próprio conhecimento.

A utilização de experimentos simples e de baixo custo não compromete o andamento das aulas, pois necessitam de pouco tempo para realizá-los e empregam materiais que muitas vezes encontramos em nossas casas.

Assim, ao optarmos por não utilizar somente o método tradicional de ensino para trabalhar os conteúdos, procurando aliar os temas do cotidiano dos alunos com a realização de experimentos de baixo custo que os permitam visualizar o fenômeno físico envolvido diretamente naquela situação, esperamos oferecer aos alunos uma aula mais dinâmica e rica contribuindo para o processo de ensino-aprendizagem.

### **1.3 – Conceitos de Física da Atmosfera na sala de aula**

A Física da atmosfera é um ramo da Física que explica os fenômenos naturais que ocorrem na atmosfera como, por exemplo, a formação de nuvens, formação da precipitação, deslocamento dos ventos, descargas atmosféricas, formação do arco-íris, o azul do céu durante o dia ou a cor alaranjada que surge durante o pôr do sol, a cor branca das nuvens ou o som estrondoso de um trovão durante uma tempestade, entre outros. Neste sentido podemos utilizar alguns

conceitos físicos de formação dos fenômenos atmosféricos que sejam capazes de unir alguns elementos do cotidiano dos alunos com o conteúdo de Física a ser apresentado na sala de aula.

Diante desses fatores, podemos utilizar os conceitos de Física da Atmosfera como catalisadores do processo de aprendizagem de conteúdos a serem apresentados em sala de aula. Para alcançar este objetivo, inserimos os fenômenos atmosféricos como motivadores para a aprendizagem de conteúdos presentes na grade curricular das séries do Ensino Médio, tais como o diagrama de fases, espectro eletromagnético, diferença de potencial e que podem ser estendidos a outros temas de diversas áreas da Física.

Exemplificando, para explicar o conceito de diferença de potencial, por exemplo, diferentemente daquela maneira adotada no método tradicional de ensino resumida à exposição do gráfico e resolução de exercícios, recorreremos ao fenômeno de raios e trovões numa nuvem carregada. Após a explicação do processo de formação dos raios e trovões, foi realizado um experimento que simulava uma nuvem carregada com materiais de baixo custo, o eletróforo, que será descrito mais detalhadamente neste trabalho. Assim, é possível que os alunos visualizem os processos de eletrização envolvidos durante a realização do experimento e sejam capazes de perceber que a diferença de potencial entre duas regiões é responsável pela descarga elétrica. Em seguida, o conceito de diferença de potencial foi definido como a apresentação das equações, mas foi possível observar que neste ponto da aula os alunos estavam muito mais interessados e predispostos a aprender, o que nos leva a crer que a adoção desta metodologia contribui de maneira significativa para as aulas. Com isto, usando um tema do cotidiano dos alunos relacionado à Física da Atmosfera e aliado a um experimento de baixo custo, permitiu que os alunos pudessem visualizar os fenômenos físicos em evidência facilitando o processo de ensino-aprendizagem.

#### **1.4 - Objetivo do trabalho**

Com o propósito de oferecer aos professores de Física uma ferramenta que os permita trabalhar alguns temas presentes no cotidiano dos alunos na sala de aula utilizando experimentos simples, foi desenvolvido um produto que aborda as

situações do dia a dia dos alunos que estejam relacionadas com a Física da Atmosfera, tais como a cor do céu, a formação de nuvens, o fenômeno de raios e trovões e o efeito estufa e que possam ser visualizadas com a utilização de experimentos simples.

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo mostrar que a Física da Atmosfera pode contribuir de maneira bastante eficaz, sendo utilizada como ferramenta catalisadora no processo de ensino-aprendizagem e que, ao utilizar um experimento simples que aborde um fenômeno atmosférico, o aluno possa aprender conteúdos de Física que tenham relação com estes fenômenos do seu cotidiano.

A teoria da aprendizagem adotada no desenvolvimento deste trabalho foi a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, segundo a qual o aluno aprende a partir de conhecimentos prévios. Define-se na Teoria Ausubeliana o termo subsunçores, utilizados para designar os conhecimentos prévios que irão interagir com os novos conhecimentos adquiridos e serão enriquecidos e desenvolvidos pelas novas informações. Assim, quem está aprendendo necessita possuir na sua estrutura cognitiva as ideias âncoras que servirão de apoio à aquisição de novos conhecimentos, de maneira que se estabeleça uma relação entre aquilo que o aluno já sabe e os novos conceitos que ele necessita aprender.

Em relação à Física, ao tratarmos mais especificamente dos fenômenos naturais, o saber inicial, ou seja, os primeiros subsunçores a se desenvolverem na estrutura cognitiva do aluno podem ser estimulados a partir daquilo que ele observa no seu dia a dia, o que ele constrói a partir daquilo que vive através de suas experiências particulares. Assim, todos possuem em sua estrutura cognitiva conhecimentos prévios obtidos a partir de suas vivências, que nem sempre são compreendidos ou interpretados corretamente de acordo com o fenômeno Físico envolvido nas situações. Dessa maneira, de acordo com a teoria da aprendizagem significativa, para que ocorra a construção do conhecimento é necessário utilizar aquilo que o aluno já sabe de forma que se estabeleça a conexão entre este saber e o que ele necessita aprender.

Além disso, para que ocorra a aprendizagem significativa de um determinado conceito, são necessários dois pré-requisitos: um material potencialmente significativo e uma predisposição para aprender da parte do sujeito que aprende. Esse material potencialmente significativo pode ser um vídeo, um experimento, um

livro, etc. Também é necessário que o aluno já possua na sua mente os conhecimentos prévios para estabelecerem a relação entre o que ele já sabe e o que ele irá aprender.

Com o intuito de oferecer aos professores essa ferramenta que visa dinamizar as aulas e facilitar a aprendizagem de diversos conteúdos, foi desenvolvido um produto constituído por 4 (quatro) experimentos de baixo custo envolvendo fenômenos atmosféricos. Neste produto encontra-se descrição dos experimentos realizados, com o material necessário e o modo de fazer, bem como a sugestão de conteúdos a serem trabalhados que os professores podem utilizar este material na sala de aula. Também foi desenvolvido um texto suporte constituído por 50 perguntas e respostas sobre fenômenos envolvendo a Física da Atmosfera, para servir como material complementar aos professores de Física do Ensino Médio.

Além disso, esta forma de se abordar os conteúdos não se restringe apenas ao Ensino Médio, podendo também ser utilizada pelos professores de Ciências que trabalham no Nível Fundamental e o texto com 50 perguntas e respostas sobre Física da Atmosfera poderá ser utilizado como fonte de consulta. O texto foi escrito em linguagem simples, sem rigores matemáticos, o que o torna acessível não somente aqueles que são graduados em Física, mas também para professores que possuem outra formação básica e que atuam no Ensino Fundamental.

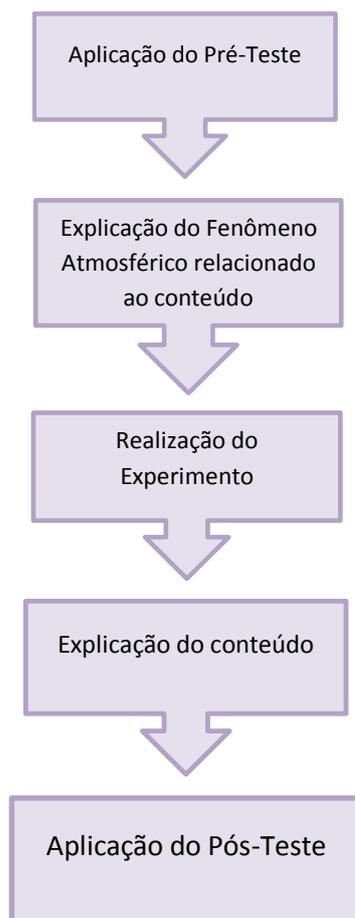
Assim, o produto elaborado é constituído por quatro experimentos de baixo custo sobre a Física da Atmosfera e por um texto de suporte que pretende auxiliar os professores em inúmeros questionamentos sobre estes tópicos. Este produto encontra-se no texto deste trabalho.

É importante destacar que este material deve ser interpretado como um material potencialmente significativo, e procuramos com ele oferecer uma ferramenta capaz de despertar nos alunos a vontade de aprender através da abordagem de um tema do cotidiano, satisfazendo as condições necessárias à aprendizagem significativa.

Este produto foi utilizado na sala de aula em algumas turmas do segundo ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) Campus Apodi. Para aplicação deste material instrucional foi utilizado um pré-teste antes da exposição do conteúdo, com o intuito de verificar os conhecimentos dos alunos. A seguir, foi explicado o fenômeno atmosférico

relacionado com o conteúdo a ser trabalhado. Em seguida foi realizado o experimento sobre o fenômeno e finalmente, explicava-se o assunto que era o objeto da aula. Após a explicação foi aplicado um pós-teste que continha as mesmas questões do pré-teste, com o intuito de se verificar o nível de aprendizagem.

O fluxograma abaixo apresenta a metodologia empregada em todos os experimentos:



**Figura 1.1.** Fluxograma do Trabalho

## 1.5 - Estrutura do trabalho

Esta dissertação está estruturada da seguinte maneira:

O Capítulo 1 se dedica a fazer uma introdução acerca da temática, a motivação e os objetivos do trabalho.

O Capítulo 2 aborda uma breve revisão da literatura concernente à problemática abordada nesta dissertação e elucidamos alguns aspectos que fomentam este trabalho.

O Capítulo 3 é constituído por uma exposição da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que foi utilizada como base para o desenvolvimento deste trabalho.

O Capítulo 4 expõe uma descrição completa do produto desenvolvido no Mestrado Profissional, procurando evidenciar sua elaboração, os experimentos que o constituem e como podem ser utilizados na sala de aula.

O Capítulo 5 retrata as aplicações do produto na sala de aula, com os resultados dos pré e pós-testes propostos aos alunos como forma de verificar a aprendizagem dos conteúdos e o interesse dos alunos pelo tema.

O Capítulo 6 apresenta uma análise estatística dos resultados obtidos nos pré e pós-testes de um dos experimentos utilizando alguns aspectos da Teoria de Resposta ao Item.

O Capítulo 7 discorre sobre as considerações finais deste trabalho.

## CAPÍTULO 2: REVISÃO DA LITERATURA

Presenciamos nos dias de hoje uma mudança de paradigmas na educação, proveniente principalmente dos des(envolvimentos tecnológicos e científicos. Como consequência, verifica-se uma modificação na maneira de conduzir o ensino para formação dos alunos nas escolas, conforme indicado por Ricardo (2010):

*“... as exigências do mundo moderno fazem com que a pertinência do que se ensina na escola e a formação que ela oferece sejam questionadas”.*

Percebemos atualmente a necessidade de ofertar nas escolas um ensino que contribua para a formação de cidadãos atuantes, e, de maneira especial, constatamos a exigência de um ensino de Física que prepare os alunos para a vida e que os torne capaz de participar e compreender o mundo que os cerca.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais mostram a necessidade de oferecer um ensino de Física focado na formação de um cidadão crítico e participativo da realidade, capaz de explicar fenômenos e compreender o mundo em que vive. De acordo com os PCN+:

*“... Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade”.*

Diante deste desafio, os professores devem estar atentos à maneira como seus alunos interagem com os conhecimentos que adquirem, se aprendem significativamente os conteúdos para que sejam capazes de relacioná-los com outras áreas do conhecimento e com as mais diversas situações pelas quais precisam enfrentar ao longo de suas vidas. Os PCN+ ainda ressaltam que:

*“[...] mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio não venham mais a ter qualquer contato escolar com o conhecimento em Física,*

*em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda assim terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem”.*

Desta maneira, os professores devem ter sua atenção voltada para o fato de proporcionar aos alunos uma formação que forneça condições para que estejam aptos a identificar o conhecimento que adquiriram nas mais diferentes situações em que forem expostos ao longo da vida, aplicando-o na resolução de novos problemas. Sob esta perspectiva, os professores devem se preocupar para que a aprendizagem não ocorra de maneira mecânica e superficial, mas de forma significativa e profunda, de forma que este conhecimento se manifeste em suas relações ao longo da vida sempre que necessário. Um ensino que tenha por objetivo levar os alunos a se alfabetizarem cientificamente, preparando os nossos jovens para uma participação ativa na sociedade, deve procurar desenvolver novas visões de mundo por parte dos estudantes, considerando o entrelaçamento entre estas e conhecimentos anteriores (Carvalho, 2010).

Este mesmo ponto de vista ainda é abordado pelos PCN+ quando é exposto:

*“Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento transforme-se em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir”.*

A questão aqui explicitada constitui nitidamente uma instigação para a maioria dos professores, pois trata de estabelecer uma relação entre os assuntos a serem trabalhados nas ementas dos conteúdos para cada série com o que o aluno vivencia em seu cotidiano, transformando a Física da escola, que é trabalhada na sala de aula, em uma Física voltada para a vida.

De acordo com essa perspectiva, é necessário evitar o que Ricardo (2010) sinaliza: “Muitas vezes, os alunos acabam por identificar uma Ciência ativa, moderna, e que está presente no mundo real, todavia, distante e sem vínculos explícitos com uma Física que só “funciona” na escola”, ou seja, é preciso fugir de um ensino em que os alunos não consigam estabelecer uma conexão daquilo que

lhes é apresentado na escola na disciplina de Física com os inúmeros fenômenos que eles se deparam e observam cotidianamente.

Esta maneira de conduzir o processo de ensino-aprendizagem com o objetivo de formar um cidadão que participa e compreende o mundo, vai ao encontro com a forma tradicional de ensino onde se presencia a exposição do conteúdo no quadro seguida da resolução de inúmeros exercícios. Essa forma de ensino onde os alunos são apenas expectadores e não participam ativamente do processo de aprendizagem, não corresponde mais à expectativa dos alunos, pois além de desmotivá-los para a aprendizagem, acaba por permitir que os alunos façam a distinção de uma Física que somente é utilizada na escola e não se aplica em suas vidas.

Dessa maneira, a adoção desta forma de ensino, faz com que os alunos não consigam estabelecer a relação que existe entre aquele conteúdo que é apresentado na sala de aula e aquilo que ele observa diariamente.

Assim, o método tradicional de ensino os distancia do que a disciplina se compromete em oferecer nos dias atuais, que é a habilidade de compreender o mundo e adquirir as ferramentas necessárias para o enfrentamento da vida.

Estas considerações nos levam a imaginar as maneiras mais adequadas para os professores de Física proporcionarem este tipo de ensino, e este fato pode constituir um grande desafio para os docentes, pois implica em uma necessidade de inovar suas metodologias de ensino. Carvalho, 2010 diz que: “Para introduzir em suas aulas atividades inovadoras nas quais se espera que os alunos tenham participação intelectualmente ativa, é necessário que os professores adotem práticas nada habituais para os professores formados “no” e “para” o ensino tradicional”. Dessa forma, estas orientações para as finalidades do ensino podem ser interpretadas como um verdadeiro problema por grande parte dos docentes, pois a maioria desses profissionais que atuam no ensino de Física veio de uma escola tradicional de formação.

Diante deste contexto, acreditamos que a utilização de experimentos na sala aula pode funcionar como uma estratégia bastante eficaz na aquisição de novos conhecimentos, facilitando o processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Moraes e Junior (2014): “A abordagem da ciência por meio de experimentos didáticos tem uma grande importância na aprendizagem dos estudantes, pois é, na

prática, motivados por sua curiosidade, que os alunos buscam novas descobertas, questionam sobre diversos assuntos, e, o mais importante, favorece uma aprendizagem mais significativa”. Assim, vislumbramos que a utilização deste recurso possa atingir a finalidade de empreender um ensino de Física mais dinâmico e que os alunos se identifiquem. O uso deste tipo de recurso didático pode ser capaz de aliar fenômenos do cotidiano com os conteúdos programáticos da disciplina, proporcionando uma maior identificação dos alunos do que eles presenciam cotidianamente com aquilo que eles aprendem na sala de aula. Conforme sugere Moraes e Junior (2014): “Apostar em uma nova didática não significa apenas atrair o aluno a uma sensação de novidade que uma atividade experimental pode proporcionar, mas sim utilizar desse artifício para construir um conhecimento mais próximo de sua realidade”. Além disso, o uso de experimentos possui como objetivo auxiliar a visualização dos fenômenos, e, conseqüentemente, termina por facilitar a aprendizagem do conteúdo.

Embora a utilização de experimentos na sala de aula possa ser interpretada como facilitador da aprendizagem, esta prática encontra alguns problemas em sua realização, como a falta de identificação dos professores com o desenvolvimento deste tipo de atividade conforme sugere Carvalho (2010), “Apesar das atividades experimentais estarem há quase 200 anos nos currículos escolares e apresentarem uma ampla variação nos possíveis planejamentos, nem por isso os professores têm familiaridade com essa atividade”.

Além disso, o tempo disponível para a realização dos experimentos é um dos fatores indicados como problema para a realização de atividades experimentais, sendo este fator também mencionado por Carvalho (2010), pois a carga horária proposta para a disciplina na maioria das instituições é pequena diante do conteúdo programático a ser cumprido ao longo do ano, e as atividades experimentais normalmente demandam intervalos de tempo que terminam por comprometer o andamento da disciplina em relação ao cumprimento da ementa dos conteúdos a serem trabalhados naquela série.

Outro fator importante a ser considerado na aplicação deste tipo de atividade é a falta de recursos oferecidos pelas instituições educacionais, que muitas vezes não possuem a disponibilidade de um ambiente físico propício à realização dos

experimentos, como laboratórios de Física, ou ainda, não possuem materiais necessários ao desenvolvimento das atividades.

Em face destes obstáculos, mas cientes do importante papel desempenhado por este tipo de recurso didático, é necessário procurar alternativas que sejam capazes de contornar estes problemas. Uma possibilidade para a solução destas dificuldades é a utilização de experimentos de baixo custo na sala de aula. De acordo com Carvalho (2010): “A utilização de equipamentos e materiais de baixo custo, usados com frequência pelos alunos em seu cotidiano, pode ajudá-los no entendimento dos fenômenos e em suas aplicações”.

Uma sugestão que possui como meta solucionar parte dos problemas enfrentados pelos professores na inserção de experimentos nas suas aulas é além de utilizar experimentos de baixo custo com materiais fáceis de encontrar e realizá-los em aulas experimentais de demonstração, ou seja, em exposições onde professor controla o experimento e os alunos visualizam a sua realização. A adoção deste procedimento na aula não desqualifica o uso do experimento, mas ao contrário, permite que o professor possua o controle do tempo destinado a realização do mesmo, já que há uma grande quantidade de conteúdo que ele precisa trabalhar, sem privar os alunos deste excelente recurso de aprendizagem.

Durante as aulas experimentais de demonstração, o professor é capaz de conduzir a aula de maneira que ele instigue seus alunos a pensar, supor e a levantar hipóteses que os levarão a compreender melhor o fenômeno que se desencadeia diante de seus olhos mediante a utilização do experimento. Com isto, há uma maior interação dos alunos com o professor, o que os leva a participar mais ativamente das aulas. Dessa maneira, ainda que não haja um laboratório de Física na escola e o tempo para a utilização deste recurso seja reduzido, a utilização de experimentos de baixo custo possibilita reduzir esses problemas enfrentados pela maioria dos professores, e apresenta ganhos significativos para as aulas e para a aprendizagem dos alunos.

Dessa forma, apresenta-se uma maneira de conduzir o processo de ensino que facilite a aprendizagem dos alunos, utilizando experimentos de baixo custo como recurso didático. Espera-se que este método seja capaz de estabelecer uma relação entre aquilo que os alunos observam no seu cotidiano com os conteúdos que eles precisam aprender na sala de aula, proporcionando uma maior

identificação dos alunos com a disciplina, e, conseqüentemente, desempenhe papel motivador para a aprendizagem.

A motivação para a aprendizagem é um fator importante a ser enfrentado pelos professores de Física, pois a maioria dos alunos apresenta certo “bloqueio” com a disciplina, julgando-a complicada e difícil de compreender. Dessa maneira, abordagem de um determinado conteúdo pode ser mediada por fenômenos do dia a dia que os alunos apresentem alguma curiosidade e o desejo de compreender, o que se espera que seja determinante para cativá-los durante as aulas na busca pelo saber.

Acreditamos que a Física da Atmosfera constitui uma maneira eficaz de despertar nos alunos o desejo de aprender e motivá-los para as aulas de Física, por conter temas que são visualizados pelos alunos constantemente. Dessa forma, a Física dos fenômenos atmosféricos pode ser utilizada como pano de fundo para a aprendizagem de outros conteúdos, funcionando como propulsor para a aquisição dos assuntos que se deseja ministrar.

A Física da Atmosfera ocupa-se do estudo de inúmeros fenômenos que ocorrem na camada de gases que envolvem nosso planeta e engloba uma série de eventos que podem ser levados para a sala de aula com experimentos de baixo custo. Dessa forma, estes temas funcionam como meio para a aprendizagem de outros conteúdos de Física, como observamos em Laburú et al (2008) quando é utilizado um experimento simples e de baixo custo que demonstra o funcionamento do para-raios e que contempla alguns conceitos de eletrostática que fazem parte da grade curricular da disciplina de Física a ser vista no Ensino Médio. Neste trabalho os autores utilizam um fenômeno atmosférico, os raios, como motivação para a construção do experimento de baixo custo sobre o para-raios, cujo foco era a aprendizagem dos conceitos de eletrização, indução elétrica, ionização e o efeito das pontas. De acordo com Laburú et al (2008): “A motivação deste experimento não se limita a conseguir demonstrar na prática os conceitos anteriores, mas em conseguir uma importante aplicação tecnológica ao estudo da eletrostática e que toma parte do dia a dia das pessoas”.

Dessa forma, é possível perceber que a Física da Atmosfera pode funcionar como motivação para a aprendizagem de outros conteúdos, pois trata de fenômenos que são frequentemente observados e que os alunos apresentam familiaridade.

Além disso, o fato desta abordagem ser realizada através de um experimento simples constitui uma grande possibilidade que desperte nos alunos a curiosidade, o desejo de saber e os estimule a ter uma maior participação durante as aulas.

Diante de todas as exposições realizadas até este momento, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de proporcionar aos alunos uma aprendizagem significativa dos conteúdos, ou seja, aquela aprendizagem que fica para a vida e que permite que o sujeito que aprende estabeleça uma relação do conhecimento que adquiriu com outras situações e experiências a que for submetido ao longo de sua vida. Acreditamos que a abordagem do conteúdo por meio de experimentos didáticos facilita o processo de ensino-aprendizagem, pois permite aos alunos visualizar os fenômenos físicos e os motiva a aprender. Cientes dos problemas que a utilização de experimentos acarreta, propomos a utilização de materiais de baixo custo na confecção deste recurso didático, como forma de amenizar algumas das dificuldades levantadas na utilização desta ferramenta. Além disso, houve a preocupação de desenvolver o trabalho que maneira que os alunos identificassem nos assuntos a serem vistos na sala de aula elementos do seu dia a dia, de forma que esta familiaridade permitisse que os alunos compreendessem a razão de se estudar aquele determinado assunto. Dessa maneira, foi feita a opção pelos fenômenos encontrados na área da Física da Atmosfera como meio para a explicação de diversos conteúdos, através da realização de experimentos de baixo custo.

### **CAPÍTULO 3: REFERENCIAL TEÓRICO - A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL**

Existem inúmeras teorias de aprendizagem que oferecem a possibilidade de direcionar a maneira de o professor agir e quais finalidades ele deve buscar com a exposição de determinado conteúdo. Assim, dentre as inúmeras teorias de aprendizagem existentes, optamos por adotar neste trabalho a Teoria da Aprendizagem Significativa proposta pelo psicólogo norte-americano David Paul Ausubel (1918-2008), cujas ideias estão publicadas nas obras *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* (New York: Grune & Stratton) de 1963 e no livro

*Educational Psychology: a cognitive view* (New York: Holt, Rinehart & Winston) de 1968.

Segundo Pelizzari et al (2002): “As ideias de Ausubel, cujas formulações iniciais são dos anos 60, encontram-se entre as primeiras propostas psicoeducativas que tentam explicar a aprendizagem escolar e o ensino a partir de um marco distanciado dos princípios condutistas”. Em linhas gerais, a Teoria da Aprendizagem Significativa propõe que tudo aquilo que se aprende possui um vínculo com um conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva de quem está aprendendo.

Moreira (2011) define este tipo de aprendizagem como: “Aprendizagem Significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”. Assim, o autor descreve a aprendizagem significativa como aquela em que os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos inter-relacionam-se, não de qualquer forma, mas especialmente um com outro, na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

Este conhecimento prévio presente na estrutura cognitiva de quem aprende e que possibilita a aquisição de novos conhecimentos através de interações entre os saberes é denominado de acordo com David Ausubel de subsunçor ou ideia-âncora. De acordo com Ausubel e citado em Moreira (2011), o subsunçor pode ser: “[...] um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem,...”.

Moreira (2011) define os subsunçores como: “Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele é descoberto”. Assim, de acordo com esta teoria os subsunçores constituem a estrutura cognitiva do sujeito e relacionam aquilo que se sabe com o que se deseja aprender. Dessa maneira, os subsunçores possuem a capacidade de se desenvolver através das novas informações adquiridas, pois, “como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento, ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes” (Moreira, 2011). O autor ainda observa que “progressivamente, o subsunçor vai ficando mais estável e mais diferenciado, mais rico em significados, podendo cada vez mais facilitar novas aprendizagens” (Moreira, 2011).

Diante destas exposições, podemos perceber que para que ocorra a aprendizagem significativa é necessário que se estabeleça uma relação entre aquilo que se sabe e o que se quer aprender, e para isso, é necessário que esteja presente na estrutura de conhecimentos dos alunos, os subsunçores necessários para instituir estas conexões e a aprendizagem possa ocorrer a partir desta interação com a nova informação, seja construindo um novo conceito, ou ainda, modificando um conceito pré-existente anterior, mas, de qualquer maneira ampliando e enriquecendo os subsunçores dos sujeitos que estão aprendendo significativamente.

É necessário encontrar deste modo, maneiras de nossos jovens alcançarem a aprendizagem significativa dos conteúdos que entram em contato na escola, de forma que este conhecimento adquirido constitua sua estrutura cognitiva e possa ampliar seus subsunçores. Com isto, espera-se que esse conhecimento adquirido possa ser utilizado ao longo de toda a sua vida, podendo ser aplicado em outras situações nas quais ele se deparar.

Assim, é necessário que o professor encontre as metodologias necessárias para este fim. De acordo com Moreira (2011), para que ocorra a aprendizagem significativa é necessário que duas condições sejam satisfeitas: deve haver um material de aprendizagem potencialmente significativo e os alunos devem estar predispostos a aprender. Segundo o autor, este material potencialmente significativo pode ser um livro, uma aula, um aplicativo, ou outro, a ser definido pelo professor. Ele recebe a designação de potencialmente significativo, pois quem atribui o significado é o sujeito que aprende. Preferencialmente, este material deve ser desenvolvido e utilizado de maneira a estimular os subsunçores que já estão presentes na estrutura cognitiva dos alunos, para que os conhecimentos dos alunos interajam e encontrem as condições necessárias para que a aprendizagem significativa possa ocorrer.

Em contrapartida, deve-se procurar não estimular nos alunos uma forma de aprendizagem denominada de memorização (ou mecânica), pois ela é apenas momentânea, mostrando-se útil apenas em uma situação isolada, como por exemplo, na resolução de questões de uma avaliação quando os alunos decoram uma série de equações e percebem como utilizá-las na resolução dos problemas, sem compreender, contudo, o que elas significam.

Dessa forma, o conhecimento adquirido por este tipo de aprendizagem se perde com o tempo. As tarefas de aprendizagem por memorização de acordo com Ausubel (2000), “Podem relacionar-se com a estrutura cognitiva, mas apenas de uma forma arbitrária e literal que não resulta na aquisição de novos significados”. Neste contexto a aprendizagem mecânica não deve ser estimulada pelos professores durante suas aulas e os alunos não devem recorrer a este tipo de aprendizagem para compreender o conteúdo, pois, a simples memorização dos conteúdos não permite que se faça a relação entre o que se aprendeu com outras áreas de conhecimento, não se tornando assim um conhecimento adquirido para a vida e que facilmente será esquecido após uma prova.

Assim, justificamos a adoção da teoria da aprendizagem significativa como referencial neste trabalho, pois o conhecimento adquirido por esta forma de aprendizagem não se perde ao longo dos anos, ao contrário, ela constitui uma aprendizagem que fará parte da estrutura de conhecimentos de quem aprendeu, e espera-se que ao longo da vida quando deparados com as mais diversas situações, se o sujeito aprendeu significativamente algo, ele será capaz de inferir nesta situação algo que lhe é familiar, que ele sabe, e consiga desta forma encontrar uma alternativa para explicar tal fato ou saber como agir.

Isso não significa que a aprendizagem significativa dos conteúdos seja um tipo de aprendizagem perfeita, que não é passível de esquecimento, ou seja, que tudo aquilo que se aprende significativamente jamais será esquecido. É claro que após um tempo considerável sem utilizar determinado subsunçor ele poderá se “enfraquecer”, e haverá um esquecimento, mas, retomar esta aprendizagem mediante o estímulo deste subsunçor é muito mais rápido e fácil. Segundo Moreira (2011): “[...] diferentemente da aprendizagem mecânica, na qual o esquecimento é rápido e praticamente total, na aprendizagem significativa o esquecimento é residual, ou seja, o conhecimento esquecido está “dentro” do subsunçor, há um “resíduo” dele no subsunçor”. O autor ainda acrescenta: “Quando não usamos um conhecimento por muito tempo, se a aprendizagem foi significativa temos a sensação (boa, tranquilizante) de que, se necessário, podemos reaprender esse conhecimento sem grandes dificuldades, em um tempo relativamente curto”.

Assim, aprender significativamente algo significa levar esse conhecimento por toda a vida, e este deve ser um dos objetivos da aprendizagem no âmbito escolar,

ou seja, deseja-se que aquilo que o aluno entra em contato na sala de aula seja parte integrante de seus conhecimentos por toda a vida.

De acordo com a teoria ausubeliana descrita por Moreira (2011) existem três formas de aprendizagem significativa: por subordinação, por superordenação e de modo combinatório. De maneira análoga, identificam-se três tipos de aprendizagem significativa: representacional, conceitual e proposicional.

Em todas as formas de aprendizagem significativa pode-se verificar a inter-relação entre os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do sujeito e os novos conhecimentos que se pretende adquirir, mas que ocorrem de maneiras distintas: na aprendizagem significativa por subordinação, um novo conhecimento é adquirido a partir de uma interação com uma ideia inicial já existente, modificando-a e enriquecendo-a; a aprendizagem por superordenação implica em processos de abstração, e nesta forma de aprendizagem o novo conhecimento domina as ideias prévias; na aprendizagem de modo combinatório o conhecimento passa a ser adquirido mediante a interação deste não com apenas um subsunçor relevante para aquela aprendizagem, mas na verdade, relaciona-se com uma “base subsunçora” constituída por uma série de conhecimentos presentes na estrutura cognitiva do sujeito (Moreira, 2011).

Em relação aos tipos de aprendizagem, tem-se a representacional, que constitui o mais elementar tipo de aprendizagem, mas a partir da qual todos os outros tipos podem ocorrer. Como o nome sugere, a aprendizagem representacional é aquela onde se observa que um símbolo representa um objeto concreto específico ou um evento de maneira específica. Segundo Moreira: “o símbolo significa apenas o referente que representa”. No tipo conceitual, verifica-se no sujeito que aprende a capacidade de perceber simetrias nos eventos, o que o leva a associar a um símbolo que possui significado independente do objeto concreto. Na aprendizagem proposicional novas ideias adquirem significado através de uma proposição (Moreira, 2011).

Se o professor almeja que seus alunos aprendam significativamente, independentemente da forma ou do tipo de aprendizagem significativa, ele deve se ocupar em satisfazer as duas condições necessárias para que a aprendizagem seja significativa, como já mencionada anteriormente: material potencialmente significativo e predisposição dos alunos para aprender.

De acordo com Moreira (2011): “[...] a construção dos primeiros subsunçores se dá através de processos de inferência, abstração, discriminação, descobrimento, representação, envolvidos em sucessivos encontros do sujeito com instâncias de objetos, eventos, conceitos”.

Além disso, como forma de suprir o segundo fator necessário à aprendizagem significativa, que é a predisposição para aprender e que é intrínseca de cada indivíduo, pretende-se fazer o uso de assuntos que despertem a curiosidade dos alunos e, conseqüentemente os motivem à aprendizagem. É claro que não é uma regra, ou seja, ao utilizar assuntos que despertem a curiosidade dos alunos não significa necessariamente que irá aumentar a predisposição de todos os alunos da turma para aprender, mas acreditamos que pode funcionar como propulsores para aquisição novos conhecimentos para a maioria dos alunos.

## **CAPÍTULO 4: UMA BREVE DESCRIÇÃO DO PRODUTO – 50 CURIOSIDADES SOBRE FÍSICA DA ATMOSFERA QUE VOCÊ VAI GOSTAR DE SABER**

Cientes da importância de desenvolver novas metodologias e estratégias educacionais para facilitar o processo de ensino-aprendizagem e com o objetivo de proporcionar uma aprendizagem significativa dos conteúdos e despertar no aluno a curiosidade e o desejo de aprender foi pensado em um produto que aliasse temas do cotidiano dos alunos, ou seja, coisas que eles presenciam/vivenciam constantemente com a realização de simples experimentos, pois acreditamos ser uma maneira eficaz de comprometer os alunos com as aulas e motivar a sua participação. Espera-se assim, cumprir os requisitos necessários à aprendizagem significativa, fornecendo o material potencialmente significativo mediante a utilização dos experimentos durante as aulas, e provocando nos alunos uma maior predisposição para a aquisição de novos conhecimentos, abordando fenômenos do dia a dia dos alunos e que despertam curiosidade.

Desta maneira, encontramos na Física da Atmosfera o propulsor para a compreensão de outros conceitos físicos abordados no Ensino Médio, por se tratar de uma área da Física que possibilita a relação com diversos temas e que desperta

nos alunos o desejo de compreender os fenômenos que fazem parte do seu cotidiano em diversas situações, tais como filmes, telejornais, entre outros.

A Física da Atmosfera é uma área da Física bastante ampla e destinada a explicar os fenômenos que ocorrem na atmosfera do nosso planeta, cujas duas principais subáreas são a Meteorologia e Climatologia. Trata-se de um campo com um imenso potencial para ser utilizado no Ensino Médio.

O produto desenvolvido neste trabalho é intitulado de “50 CURIOSIDADES SOBRE FÍSICA DA ATMOSFERA QUE VOCÊ VAI GOSTAR DE SABER” e é constituído por quatro experimentos de baixo custo relacionados com fenômenos atmosféricos e 50 perguntas e respostas sobre os assuntos que envolvem os experimentos e outros temas relevantes envolvendo os fenômenos atmosféricos abordados nos experimentos bem como outros que também são presenciados no cotidiano das pessoas ou assistidos na TV, como por exemplo, a neve, o granizo, El Niño, entre outros.

Os experimentos desenvolvidos com material de baixo custo foram:

1. Nuvem na garrafa PET;
2. O fenômeno dos raios e trovões por meio de um eletróforo de baixo custo;
3. O azul do céu num vasilhame;
4. O efeito estufa em uma caixa de sapato.

Com isto deseja-se oferecer aos professores uma ferramenta de consulta rica em exemplos físicos, que é capaz de prepará-lo mais adequadamente para a utilização deste produto na sala de aula.

O texto de apoio é formado por 50 perguntas e respostas sobre Física da Atmosfera, que em sua maioria foram escolhidas a partir de vivências em sala de aula em virtude dos questionamentos recorrentes dos alunos sobre esses temas durante as aulas.

Na elaboração deste texto de apoio pensou-se nas inúmeras possibilidades que este poderia desempenhar, e desta forma as respostas foram elaboradas de maneira simples e objetiva, de maneira que, qualquer pessoa que possua curiosidade sobre o tema conseguisse compreender. Assim, esperamos que este

produto possa ser utilizado não somente pelo profissional da educação graduado em Física que atua no Ensino Médio, mas pelos professores de Ciências que lecionam no Ensino Fundamental e que possuem formação em outras áreas e que desejam abordar esses conteúdos em suas aulas. A descrição completa do produto encontra-se no Anexo I.

No material escrito do produto são encontradas as descrições dos quatro experimentos, o material necessário para realizá-los e o modo de fazer. Os quatro experimentos que compõem o produto serão brevemente descritos a seguir.

#### **4.1 – Experimento Nuvem na Garrafa PET**

Com uma garrafa pet de dois litros, uma rolha, um pouco de álcool etílico e uma bomba de bico fino é possível simular a formação de uma nuvem dentro da garrafa. Este experimento foi utilizado para a aprendizagem do conteúdo do diagrama de fases da Termodinâmica, que demonstra a relação entre a pressão e a temperatura e os estados da matéria. Antes de explicar do que se trata o assunto diagrama de fases, foi utilizado o experimento para formação de uma “nuvem” dentro de uma garrafa pet como motivação dos alunos.

Assim, este experimento desempenhou o papel de material potencialmente significativo, aumentando também a predisposição dos alunos para aprender. Ao visualizar o experimento, os alunos conseguiram perceber que a pressão e a temperatura influenciam nos estados da matéria, pois ao alterar a pressão na garrafa e conseqüentemente a temperatura da quantidade de álcool que havia neste recipiente, o álcool evapora e condensa, formando assim a nuvem. Quando foi mostrada esta relação através do gráfico, que é o diagrama de fases, a aprendizagem deste conteúdo tornou-se muito mais fácil e descomplicada, de acordo com a opinião dos próprios alunos que participaram da aula. Assim, o produto de fato foi bem aceito pelos alunos e se obteve como resultado uma facilitação no processo de ensino-aprendizagem.

## **4.2 – Experimento Eletróforo - A Física dos Raios e Trovões**

Utilizando basicamente uma fôrma de pizza de alumínio e uma placa de PVC é possível levar para a sala de aula um experimento simples capaz de demonstrar o que acontece em uma nuvem de tempestade. Este experimento foi utilizado para elucidar o conceito de diferença de potencial e sua relação com a corrente elétrica, que são tópicos pertencentes ao conteúdo de eletrodinâmica do Ensino Médio. Os processos de eletrização foram utilizados como conhecimento prévio para a realização deste experimento, que são os subsunçores necessários para fazer a ancoragem com o que se deseja aprender. O objetivo é mostrar que quando há uma diferença de potencial entre os terminais de um circuito, por exemplo, uma corrente elétrica o percorre. Para que os alunos sejam levados a esta conclusão de maneira mais simples, utilizaram-se os conceitos de Física envolvidos numa nuvem de tempestade.

Neste experimento a placa de PVC deve ser atritada com papel e deve-se colocar a fôrma de alumínio sobre a placa para que as cargas sejam induzidas na mesma. Coloca-se o dedo na fôrma para eletrizá-la e, ao aproximar o dedo das bordas da mesma ocorre um leve choque. A fôrma representa a nuvem carregada e o dedo a Terra. Em virtude da diferença de potencial ocorre uma descarga elétrica, o que se assemelha ao fenômeno do raio. Assim, é possível realizar a abordagem do conteúdo sem recorrer unicamente às equações, o que torna a aula mais dinâmica e descontraída.

## **4.3 – Experimento Céu Azul**

Um vasilhame de plástico, água, umas gotas de leite e uma lanterna são os materiais necessários para realizar este experimento de baixo custo e que é capaz de despertar a curiosidade dos alunos e auxiliar na aprendizagem do conteúdo de óptica quando é necessário explicar as cores que compõem a luz branca. Também pode ser utilizado para explicitar o espectro eletromagnético, durante uma aula introdutória de Física Moderna como no meu caso.

Ao utilizar esse experimento na sala de aula é possível estabelecer a comparação das partículas do leite em imersão na água com aquelas que compõem

os gases presentes na atmosfera do nosso planeta. Estas partículas espalham mais a cor azul do espectro eletromagnético, o que torna o céu com a cor azulada que vemos diariamente todas as manhãs de um dia claro. Este mesmo fenômeno ocorre com a água durante o experimento, que com o passar do tempo vai adquirindo a cor azulada à medida que as partículas do leite espalham mais a cor azul. Dessa maneira, os alunos conseguem visualizar o fenômeno atmosférico e relacioná-lo com o conteúdo compreendendo que a luz é composta por diversas cores.

#### **4.4 – Experimento Efeito Estufa**

Com este experimento é possível abordar um conteúdo de Física Moderna, o espectro eletromagnético, onde são mostradas aos alunos as diferentes faixas de frequência que compõem o espectro, explicitando a radiação infravermelha, que fica retida em nosso planeta e também é responsável pelo seu aquecimento. Esta forma de abordagem permite esclarecer uma série de dúvidas relacionadas a este tema, bem como torna a aula mais dinâmica e atraente.

Para a realização deste experimento utiliza-se apenas uma caixa de sapato, filme plástico PVC, dois termômetros e duas lâmpadas incandescentes. A caixa deve ser forrada com papel alumínio e um dos termômetros deve ser colocado no interior da caixa para em seguida cobri-la com o filme plástico. O outro termômetro deve ser colocado fora da caixa de maneira que a lâmpada ilumine ambos. O termômetro no interior da caixa tem sua temperatura aumentada, pois experimenta o efeito estufa.

Para utilizar o produto “50 CURIOSIDADES SOBRE FÍSICA DA ATMOSFERA QUE VOCÊ VAI GOSTAR DE SABER”, o professor deve encontrar uma oportunidade de inserir a Física da atmosfera nas suas aulas, de maneira que ela funcione como motivação para a aprendizagem de outro conteúdo que ele precise ministrar. Como exemplo, temos sua utilização para o ensino dos temas de Física supracitados na descrição dos experimentos, mas o professor possui total liberdade para utilizar o produto para o ensino de Física com os temas e da maneira que ele julgar mais adequada, sendo esta utilização apenas uma sugestão de como aplicá-lo. No próximo capítulo será descrita minha experiência com este produto na sala de aula.

## **CAPÍTULO 5: A UTILIZAÇÃO DO PRODUTO NA SALA DE AULA E ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO PRODUTO**

Com o intuito de verificar a eficácia da aplicação de tópicos de física de atmosfera como fator motivador ao ensino de alguns conteúdos de Física, percebendo assim se o produto desenvolvido desempenha o papel de material potencialmente significativo, os 4 experimentos foram aplicados em turmas do 2º Ano do Ensino Médio dos Cursos de Informática e Biocombustíveis do IFRN Campus Apodi-RN. Para aplicação de cada experimento o tempo destinado foi de duas aulas seguidas de quarenta e cinco minutos cada, totalizando noventa minutos de aula para a aplicação.

A metodologia utilizada para a aplicação do produto foi através da aplicação de testes realizados antes e após a exposição de um determinado conteúdo, com o objetivo de se verificar a aprendizagem. Os testes eram constituídos por perguntas de múltipla escolha, relacionadas tanto com o fenômeno atmosférico a ser abordado na aula quanto com conteúdo de Física que se desejava explicar. A sequência utilizada para a aplicação de cada experimento do produto foi:

- i. Inicialmente fez-se uma pergunta motivadora relacionada ao fenômeno atmosférico que seria utilizado na sala de aula como motivador para a aprendizagem do conteúdo, com o objetivo de levá-los a reflexão de suas concepções sobre o tema.
- ii. Aplica-se o pré-teste, antes de explicá-los o fenômeno e o conteúdo, para que suas concepções alternativas pudessem ser apuradas.
- iii. Apresentação do fenômeno físico e do conteúdo com o auxílio de um projetor de multimídia, por tornar possível incluir figuras e animações ao longo da exposição.
- iv. Após o término da explicação realizou-se o experimento de baixo custo, permitindo ao aluno visualizar o fenômeno que ele havia aprendido e mostrando a relação do fenômeno com o tema.
- v. Ao final da aula, aplicou-se o mesmo teste anterior (pós-teste), o que possibilitou verificar a aprendizagem do conteúdo e estabelecer uma comparação entre a situação anterior e posterior.

Os resultados da aplicação do teste logo após a exposição do conteúdo fornece ao professor uma ideia do quanto sua aula foi produtiva, bem como o direciona para buscar possíveis melhorias nas suas metodologias e estratégias de ensino.

As turmas possuíam em média 30 alunos e houve um caso excepcional referente à aplicação do material destinado à formação de nuvens, que foi utilizado em uma turma especial de dependentes do 4º Ano que mesclava alunos de diferentes cursos e que contou com um total de 12 alunos, dos quais 11 estavam presentes no dia em que a aula foi ministrada. Em nenhum momento os alunos serão identificados nesta pesquisa, sendo as turmas designadas por: Turma de Dependência, Turma 1M e Turma 1V, para as turmas do 2º Ano dos Cursos de Informática e Biocombustíveis do turno matutino e vespertino respectivamente. Os alunos serão representados por números durante a análise.

A seguir serão apresentados os resultados obtidos com os levantamentos em cada turma, bem como uma descrição de como foi feita a abordagem dos temas em cada turma.

## **5.1 – Experimento 1: Nuvem na garrafa PET**

### **Turma de Dependência:**

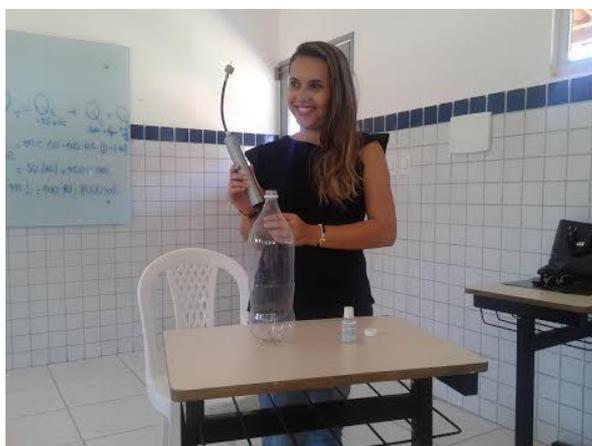
Os conceitos físicos a serem trabalhados nesta turma presentes na ementa da disciplina envolviam termometria, calorimetria e termodinâmica. Por se tratar de uma turma de dependência, todos esses conceitos já haviam sido vistos anteriormente quando estavam em suas turmas regulares. A metodologia pedagógica com esse tipo de turma é fazer uma avaliação diagnóstica da turma com intuito de verificar as principais lacunas na aprendizagem desses alunos. Após esse diagnóstico, o professor determina o número de aulas presenciais e não presenciais a serem cumpridas e os conceitos que deverão ser trabalhados ao longo das aulas. As aulas não presenciais correspondem a atividades de pesquisa e elaborações de seminários, a serem apresentados pelos alunos como forma de avaliação. Assim, esta turma pode ser considerada especial, em virtude da quantidade de alunos e do curto tempo a ser dedicado com aulas presenciais. Dessa forma, apesar da pequena quantidade de alunos, esta turma foi submetida ao experimento da nuvem na

garrafa, principalmente em virtude do conteúdo que deveria ser ministrado e que não fazia parte da ementa da disciplina de Física nas outras turmas disponíveis para aplicação do produto.

Dentre os tópicos presentes na ementa, e após a avaliação diagnóstica desta turma, foi observado que era necessário trabalhar o conteúdo de termodinâmica referente ao tópico de diagrama de fases, que demonstra a relação entre as variáveis de estado e as fases da matéria. Assim, foi realizada a opção de realizar a abordagem desse tópico de maneira diferente do método tradicional, que consiste basicamente em colocar o gráfico no quadro e resolver exercícios, utilizando dessa maneira um dos experimentos que fazem parte do produto educacional.

### **Descrição do Experimento:**

O material utilizado para realizar este experimento é uma garrafa pet de 2 litros transparente, uma pequena quantidade de álcool etílico, uma rolha e uma bomba de encher bola que possua um bico fino, como são possíveis ver na Figura 5.1.



**Figura 5.1.** Material necessário para o experimento nuvem na garrafa pet.

Para realizá-lo, devemos adaptar a rolha na bomba e colocar uma pequena quantidade de álcool na garrafa, agitando-a em seguida por alguns segundos. Depois, basta colocar a rolha na abertura da garrafa e bombear até que a garrafa fique bem “dura”. Ao retirar a rolha da garrafa, a nuvem se formará como podemos ver na Figura 5.2.



**Figura 5.2.** Experimento nuvem na garrafa pet - Formação da nuvem na garrafa.

**Objetivo:**

Apresentar a esta turma o diagrama de fases, utilizando para isso o processo de formação das nuvens com experimento nuvem na garrafa pet.

**Metodologia:** Antes de iniciar a exposição do conteúdo, realizaram-se perguntas motivadoras do tipo: Quem nunca ficou observando as nuvens? Quem nunca se perguntou como elas são? Após uma breve discussão, foi realizado o pré-teste, antes da exposição. A seguir, a aula foi ministrada, onde foi abordado o processo de formação de nuvens, de maneira bem simples e geral. Para dar continuidade ao estava sendo desenvolvido, foi realizado o experimento da nuvem na garrafa. Finalmente foi abordado o conteúdo do diagrama de fases, mostrando a relação que este possui com o experimento realizado.

**Resultados:**

Observou-se um grande interesse dos alunos pelo assunto, relatando que acharam interessante esta forma de abordagem do conteúdo, o que podemos observar nas Figuras 5.8 e 5.9. Houve uma boa participação durante a aula, com inúmeros questionamentos. Em relação ao conteúdo e a sua avaliação nos pré e pós-testes, é possível observar nas Figuras 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 e 5.7 uma crescente melhora nas respostas, o que de fato demonstra que os alunos obtiveram um ganho na aprendizagem do conteúdo. Analisando o aspecto de participação dos alunos com perguntas durante a exposição deste tema, é possível afirmar que a aula foi

proveitosa e que se trata de um tema que realmente desperta a curiosidade dos alunos.

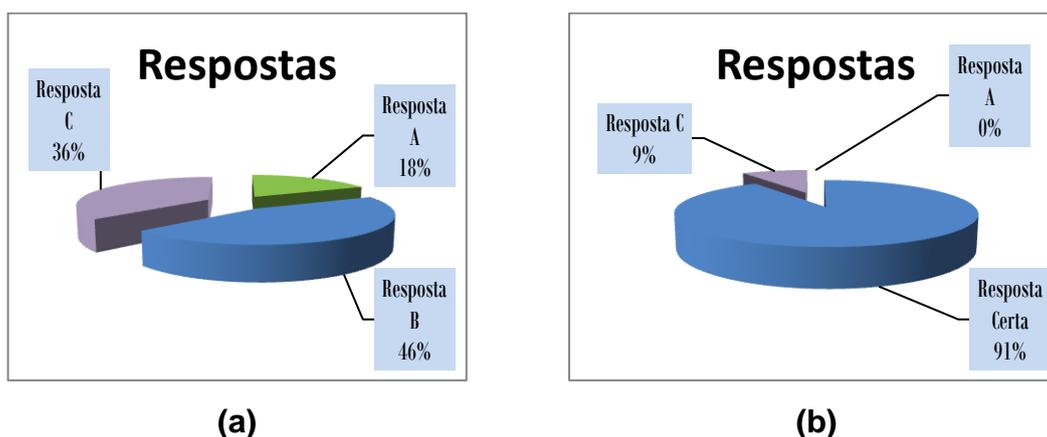
A seguir, os testes que foram realizados com esta turma e o rendimento percentual da turma a cada resposta, comparando a cada item as respostas no pré e no pós-testes, realizados antes e após a explicação do conteúdo respectivamente.

### PRÉ-TESTE/ PÓS-TESTE: NUVEM NA GARRAFA PET

#### 1) O que é uma nuvem?

- a) Pequenas partículas de água no estado líquido.
- b) Conjunto visível de gotículas de água e gelo em suspensão na atmosfera.
- c) Conjunto invisível de gotículas de água e gelo em suspensão na atmosfera.

**RESPOSTA CORRETA: b**

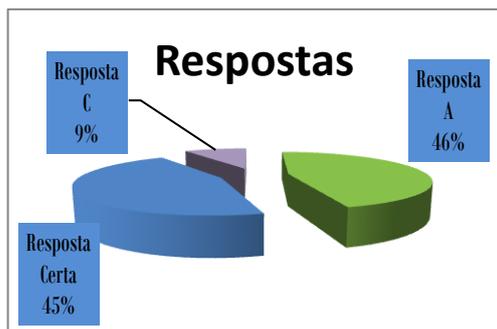


**Figura 5.3.** Respostas para a questão 1 no Pré- teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento nuvem na garrafa

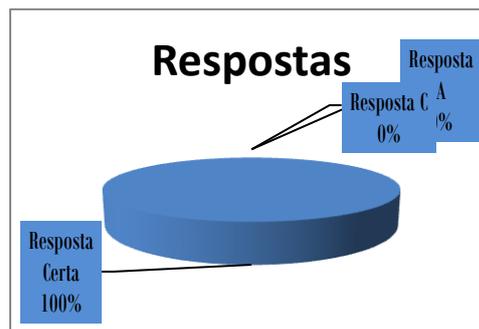
#### 2) Como é possível fazer, por exemplo, um determinado volume de álcool etílico à temperatura ambiente evaporar?

- a) Aumentando a temperatura apenas.
- b) Fazendo variar a pressão e a temperatura da amostra.
- c) Não sei.

**RESPOSTA CORRETA: b**



(a)



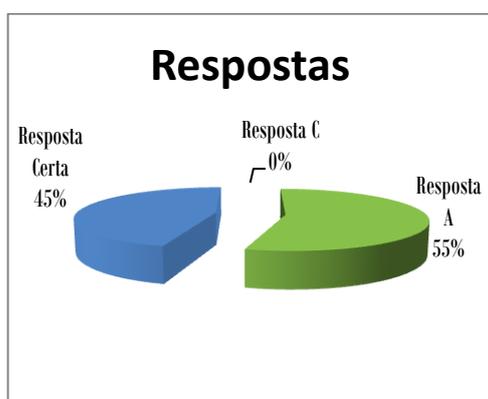
(b)

**Figura 5.4.** Respostas para a questão 2 no Pré- teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento nuvem na garrafa

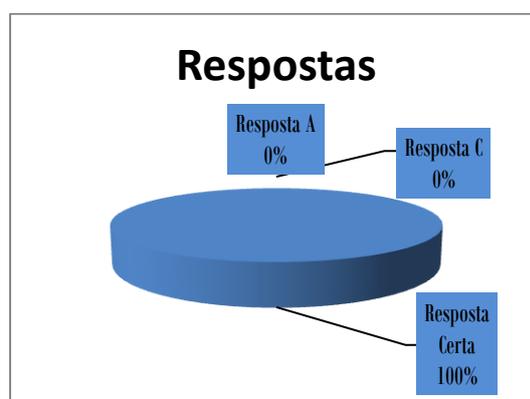
**3) Um diagrama de fases mostra a relação entre...**

- a) pressão, volume e as três fases da matéria
- b) pressão, temperatura e as três fases da matéria.
- c) temperatura, volume e as três fases da matéria.

**RESPOSTA CORRETA: b**



(a)



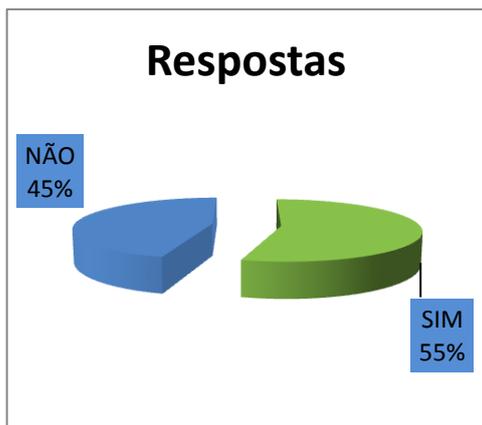
(b)

**Figura 5.5.** Respostas para a questão 3 no Pré- teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento nuvem na garrafa.

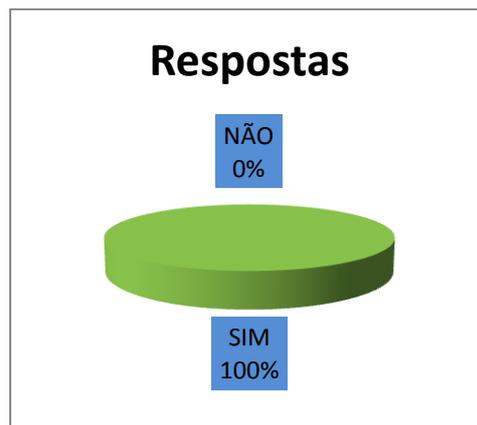
**4) É possível uma substância se apresentar nas fases sólida e gasosa ao mesmo tempo?**

- ( ) Não                                      ( ) Sim

**RESPOSTA CORRETA: Sim**



(a)



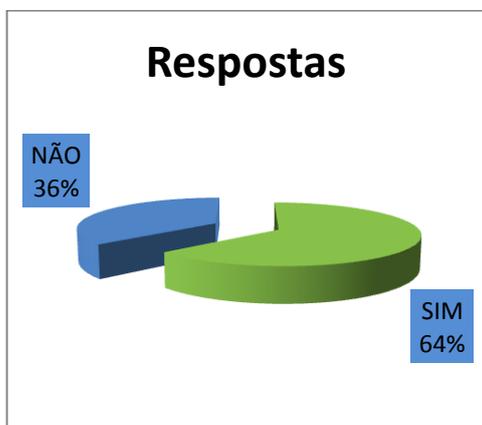
(b)

**Figura 5.6.** Respostas para a questão 4 no Pré- teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento nuvem na garrafa.

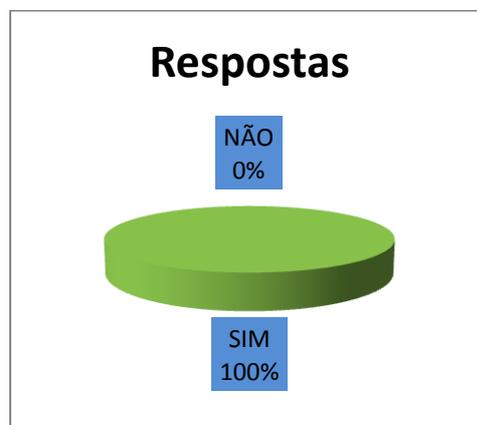
5) Existe a possibilidade de encontrarmos uma substância com determinada pressão e temperatura onde coexistam as três fases?

Não                       Sim

**RESPOSTA CORRETA: Sim**



(a)



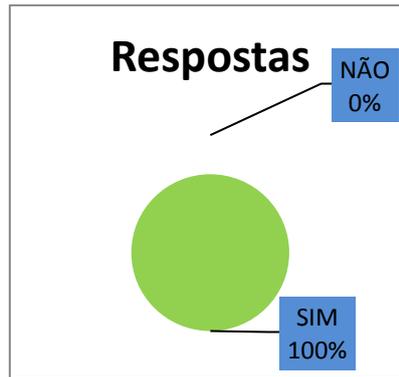
(b)

**Figura 5.7.** Respostas para a questão 5 no Pré- teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento nuvem na garrafa.

**APENAS NO PÓS-TESTE:**

6) Você achou essa aula interessante?

Não                       Sim

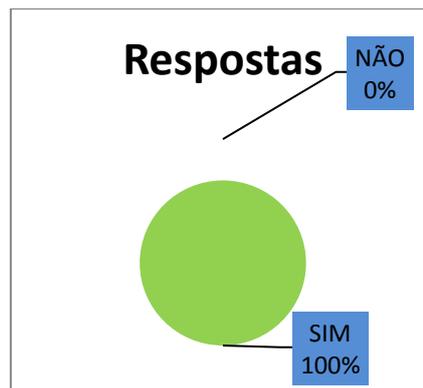


**Figura 5.8.** Respostas para a questão 6 no Pós-teste para o experimento nuvem na garrafa.

7) **Você acha que o experimento tornou a compreensão do diagrama de fases mais fácil?**

Não

Sim



**Figura 5.9.** Respostas para a questão 7 no Pós-teste para o experimento nuvem na garrafa.

## 5.2 – Experimento 2 - Eletróforo: Tumas 1M e 1V

### Descrição do Experimento:

Para confeccionar este experimento será preciso uma placa de pvc, uma fôrma redonda de pizza, um pouco de cola epóxi, um pedaço de cano e um pedaço de papel, conforme ilustra a Figura 5.10. Para fazê-lo basta fixar o pedaço de cano no centro da forma de pizza com a cola epóxi. Aguarde um tempo para fixar melhor.



**Figura 5.10.** Experimento eletróforo – material necessário

Em seguida, atrite a placa de pvc com o papel. Quando estiver eletrizada, coloque a forma sobre a placa para induzir cargas na forma. Coloque o dedo na área da forma para eletrizá-la. Agora é só retirar a forma de cima da placa e aproximar o dedo da forma para observar um pequeno choque (Figura 5.11).



**Figura 5.11.** Experimento eletróforo – aplicação

**Objetivos:**

Ao utilizar os conceitos de Física da Atmosfera nas aulas ministradas nestas turmas com o experimento do eletróforo desejava-se que os alunos compreendessem o conceito de diferença de potencial e a relação desta grandeza

com o deslocamento dos elétrons, ou seja, com o aparecimento de corrente elétrica. Como se trata de um conceito abstrato, alguns alunos encontram certa dificuldade para compreender.

A fôrma eletrizada exerce o papel de nuvem carregada, e, ao aproximar o dedo desta estabelece-se uma diferença de potencial entre o dedo e a forma, ocasionando a descarga elétrica que se compara ao raio.

Os processos de eletrização envolvidos no experimento já haviam sido explicados anteriormente, o que nos leva a supor que os subsunçores necessários para a compreensão deste experimento já estavam presentes na estrutura cognitiva dos alunos. O tempo para a realização desta exposição foi o de duas aulas seguidas de quarenta e cinco minutos cada. O tempo destinado à aplicação deste recurso, os objetivos e a metodologia foram os mesmos para as duas turmas.

#### **Metodologia:**

A aula teve início com uma breve discussão sobre o fenômeno dos raios e trovões e como os alunos deveriam proceder no caso de uma tempestade. A seguir foi realizado o pré-teste e realizada uma apresentação com projetor de multimídia sobre estes fenômenos. Na sequência foi realizado o experimento do eletróforo, que contou com a participação dos alunos para a sua realização, e foi explicado o conceito de diferença de potencial usando o experimento como exemplo. Para finalizar a aula foi executado o pós-teste com os alunos.

#### **Resultados:**

É possível observar através dos testes realizados que a abordagem do conteúdo desta maneira foi bastante eficiente e que a maioria dos alunos das duas turmas considerou esta maneira de apresentar os conteúdos muito interessante e divertida, como expressado na questão 9 do pós-teste e como podemos ver nas Figuras 5.18, 5.19, 5.26 e 5.27 para as duas turmas.

É possível verificar que existiam algumas dúvidas concernentes ao fenômeno dos raios e trovões e que puderam ser amenizadas como podemos ver nas questões 1 e 2 nas duas turmas (Figuras 5.12, 5.13, 5.20 e 5.21). Além disso, é possível verificar que alguns alunos das duas turmas analisadas ainda possuíam dúvidas sobre os processos de eletrização, como é possível verificar na questão 3

dos testes das Turmas 1M e 1V (Figuras 5.14 e 5.22), e esta aula contribuiu para que este conteúdo fosse revisado e melhor compreendido, como sinaliza o pós-teste dessa mesma questão. Assim, é possível perceber que este experimento pode ser utilizado também para a exposição do conteúdo de processos de eletrização, ficando a critério do professor a melhor maneira de utilizá-lo.

De maneira geral, podemos observar que sempre há uma maior porcentagem de acertos nos pós-teste para ambas as turmas, como é possível ver nas Figuras 5.15, 5.16, 5.17, 5.23 e 5.24. A questão 6 deste teste para a Turma 1V, cujo resultado observamos na figura 5.25, indica um menor acerto no pós-teste, o que nos leva a considerar que este ponto não ficou claro para os alunos e que deveria ser tratado com mais atenção.

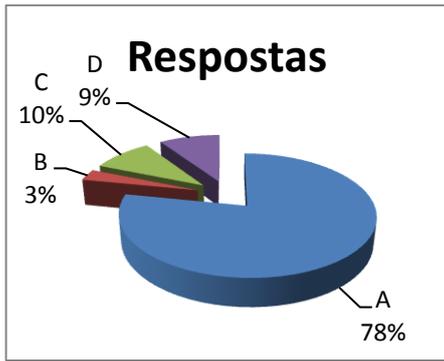
Em ambas as turmas houve uma melhoria na participação dos alunos e as perguntas foram frequentes, principalmente em relação as credices que este assunto envolve e que eles tem contato desde a infância, o conhecimento popular sobre estes fenômenos e que é ensinado por seus avós: cobrir o espelho no caso de tempestade, não andar descalço durante uma tempestade com raios, entre outras, que tivemos a oportunidade de discutir e esclarecer.

### **PRÉ/PÓS –TESTES ELETRÓFORO: TURMA 1M**

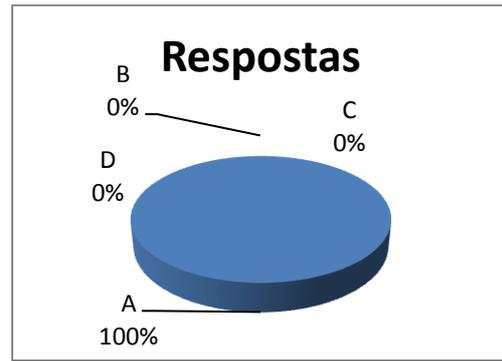
#### **1) O que é o relâmpago?**

- a) É a descarga elétrica causada pelo acúmulo de cargas nas nuvens e ocorre quando o campo elétrico excede a rigidez dielétrica do ar.
- b) É a onda sonora produzida pelo rápido aquecimento do ar pela corrente elétrica, que faz com que ele se expanda violentamente.
- c) É a corrente elétrica produzida pelo rápido aquecimento do ar quando o campo elétrico excede a rigidez dielétrica do ar.
- d) Não sei.

**RESPOSTA CORRETA: a**



(a)



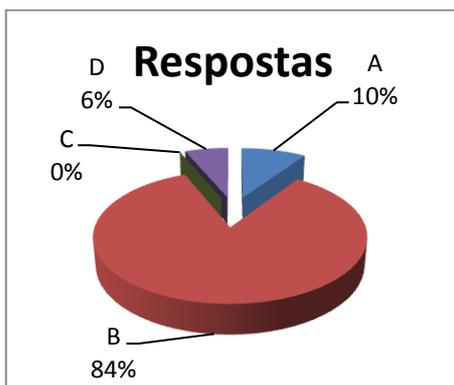
(b)

**Figura 5.12.** Respostas para a questão 1 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento eletróforo na Turma 1M.

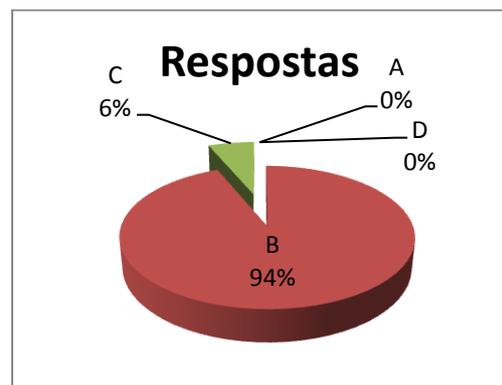
## 2) O que é o trovão?

- É a descarga elétrica causada pelo acúmulo de cargas nas nuvens e ocorre quando o campo elétrico excede a rigidez dielétrica do ar.
- É a onda sonora produzida pelo rápido aquecimento do ar pela corrente elétrica, que faz com que ele se expanda violentamente.
- É a corrente elétrica produzida pelo rápido aquecimento do ar quando o campo elétrico excede a rigidez dielétrica do ar.
- Não sei.

**RESPOSTA CORRETA: b**



(a)



(b)

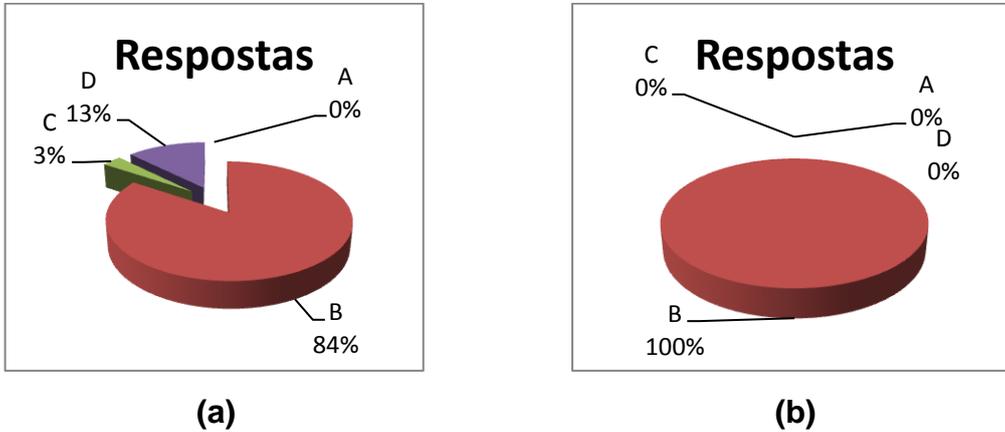
**Figura 5.13.** Respostas para a questão 2 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento eletróforo na turma 1M.

## 3) Como é possível eletrizar um objeto?

- Por atração, repulsão ou neutralização
- Por atrito, contato ou indução

- c) Por atrito, atração ou repulsão
- d) Não sei

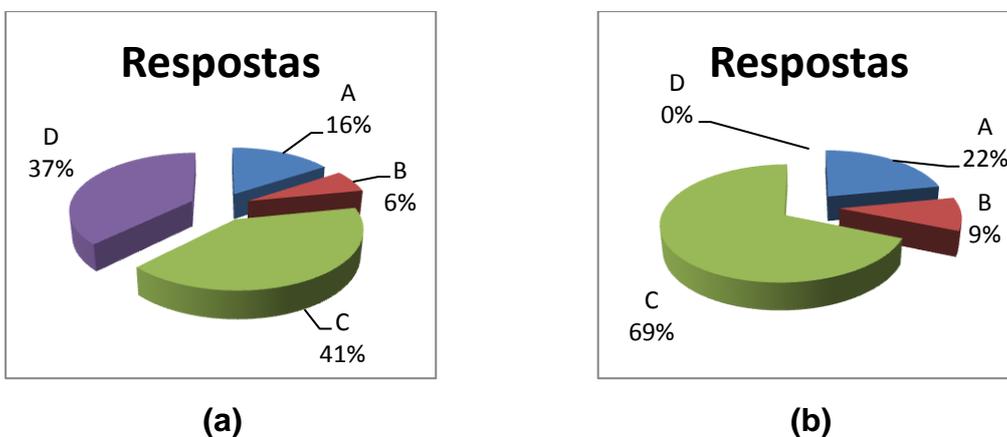
**RESPOSTA CORRETA: b**



**Figura 5.14:** Respostas para a questão 3 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento eletróforo na turma 1M

- 4) O funcionamento do para raios é baseado:**
- a) Na blindagem eletrostática e no poder das pontas do condutor metálico.
  - b) Na ruptura da rigidez dielétrica do ar e ionização das partículas.
  - c) Na indução eletrostática e poder das pontas do condutor metálico.
  - d) Não sei.

**RESPOSTA CORRETA: c**

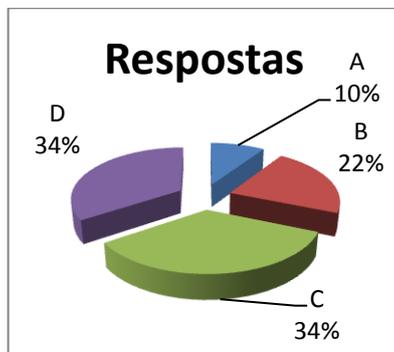


**Figura 5.15:** Respostas para a questão 4 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento eletróforo na turma 1M

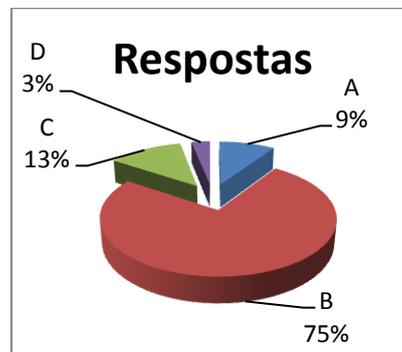
5) Se atritar um pedaço de pvc e o aproximar de pedacinhos de papel alumínio, eles serão atraídos pelo pvc. Se colocar os pedacinhos de papel alumínio debaixo de uma peneira de metal e aproximar novamente o pvc eletrizado, os papéis não serão mais atraídos. Por que isso acontece?

- a) Porque a peneira metálica impede o contato do pvc com o papel alumínio.
- b) Porque a peneira metálica funciona como uma blindagem eletrostática.
- c) Porque o papel alumínio perdeu suas cargas elétricas para a peneira metálica.
- d) Não sei.

**RESPOSTA CORRETA: b**



(a)



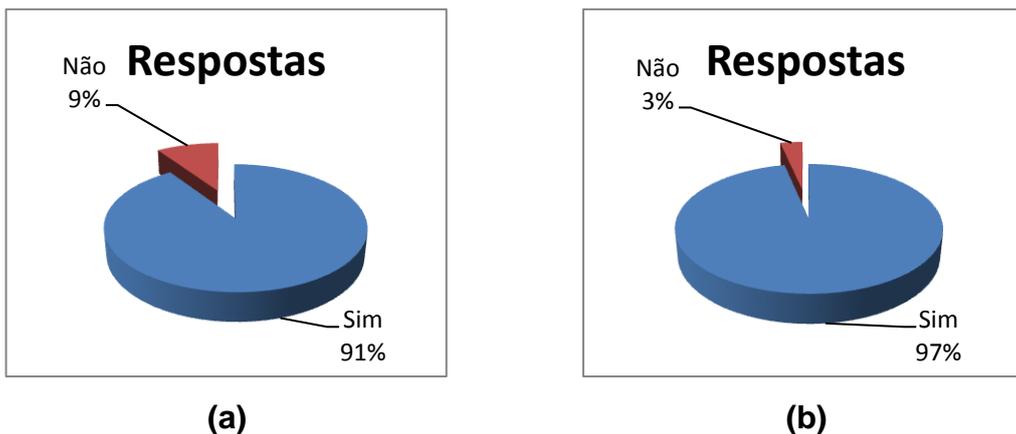
(b)

**Figura 5.16:** Respostas para a questão 5 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento eletróforo na turma 1M

6) Curiosidade: Você acha que um raio pode cair duas vezes no mesmo lugar?

- ( ) Sim                      ( ) Não

**RESPOSTA CORRETA: Sim**

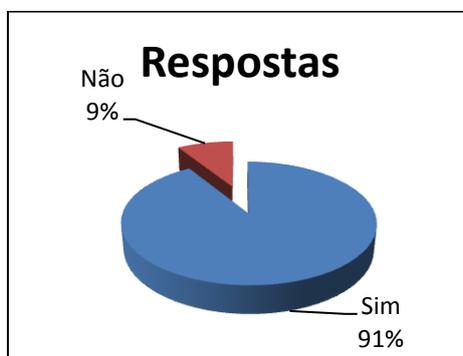


**Figura 5.17:** Respostas para a questão 6 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento eletróforo na turma 1M

**APENAS NO PÓS-TESTE:**

**7) Você achou essa aula interessante?**

(  ) Sim                      (  ) Não



**Figura 5.18:** Respostas para a questão 7 do Pós-teste para o experimento eletróforo na turma 1M

**8) Você achou que os experimentos facilitaram a compreensão do conteúdo?**

(  ) Sim                      (  ) Não



**Figura 5.19:** Respostas para a questão 8 do Pós-teste para o experimento eletróforo na turma 1M

### 9) Deixe suas impressões sobre esta aula:

- Algumas das respostas dos alunos expressas nesta esta questão:

**ALUNO 1:** *“Muito boa, pois além do conhecimento adquirido, facilitou bastante o entendimento ao conteúdo”.*

**ALUNO 2:** *“Bastante interessante, pois a aula chamou muito a atenção”.*

**ALUNO 3:** *“Foi muito interessante e tirou várias curiosidades”.*

**ALUNO 4:** *“A aula foi bastante dinâmica e divertida, onde nas experiências a absorção do conteúdo se tornou fácil”.*

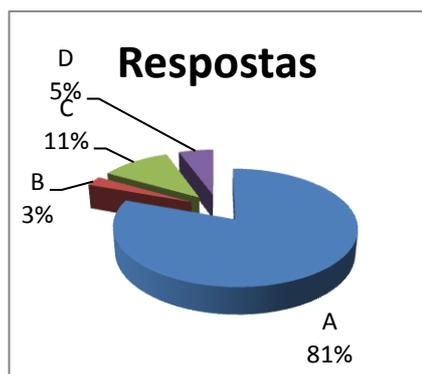
**ALUNO 5:** *“Aula ótima, deixaram a compreensão do assunto bem mais fácil. Mais aulas assim!”.*

### PRÉ/PÓS-TESTES ELETRÓFORO: TURMA 1V

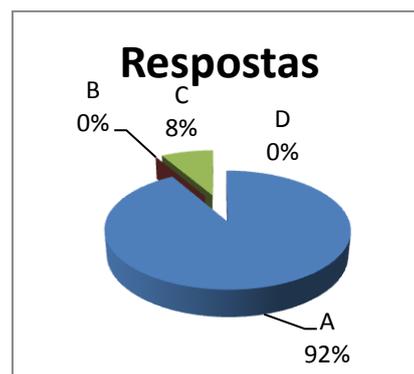
#### 1) O que é o relâmpago?

- É a descarga elétrica causada pelo acúmulo de cargas nas nuvens e ocorre quando o campo elétrico excede a rigidez dielétrica do ar.
- É a onda sonora produzida pelo rápido aquecimento do ar pela corrente elétrica, que faz com que ele se expanda violentamente.
- É a corrente elétrica produzida pelo rápido aquecimento do ar quando o campo elétrico excede a rigidez dielétrica do ar.
- Não sei.

**RESPOSTA CORRETA:** a



(a)



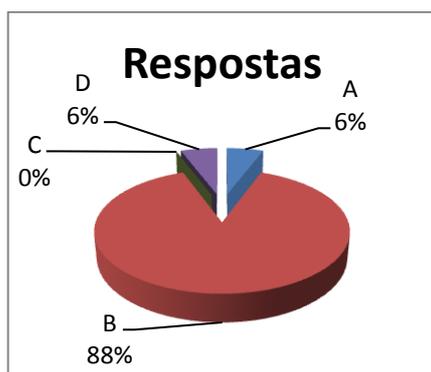
(b)

**Figura 5.20:** Respostas para a questão 1 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento eletróforo na turma 1V

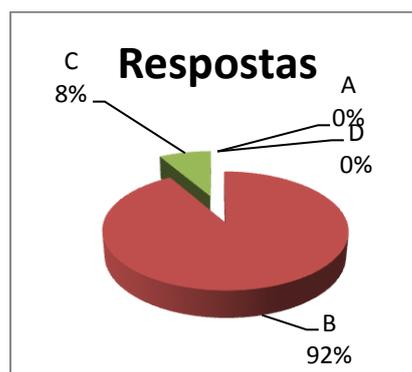
## 2) O que é o trovão?

- É a descarga elétrica causada pelo acúmulo de cargas nas nuvens e ocorre quando o campo elétrico excede a rigidez dielétrica do ar.
- É a onda sonora produzida pelo rápido aquecimento do ar pela corrente elétrica, que faz com que ele se expanda violentamente.
- É a corrente elétrica produzida pelo rápido aquecimento do ar quando o campo elétrico excede a rigidez dielétrica do ar.
- Não sei.

**RESPOSTA CORRETA: b**



(a)



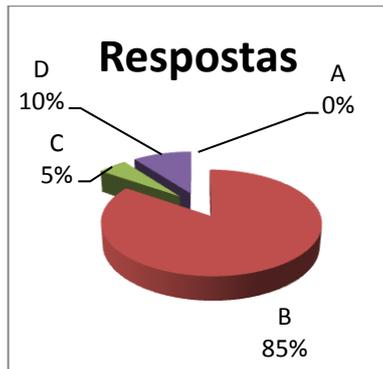
(b)

**Figura 5.21:** Respostas para a questão 2 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento eletróforo na turma 1V

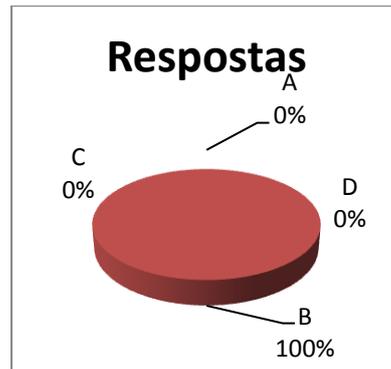
**3) Como é possível eletrizar um objeto?**

- e) Por atração, repulsão ou neutralização
- f) Por atrito, contato ou indução
- g) Por atrito, atração ou repulsão
- h) Não sei

**RESPOSTA CORRETA: b**



**(a)**



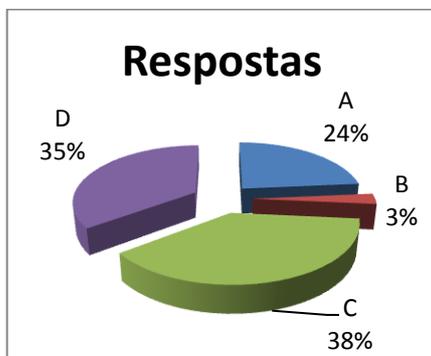
**(b)**

**Figura 5.22:** Respostas para a questão 3 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento eletróforo na turma 1V

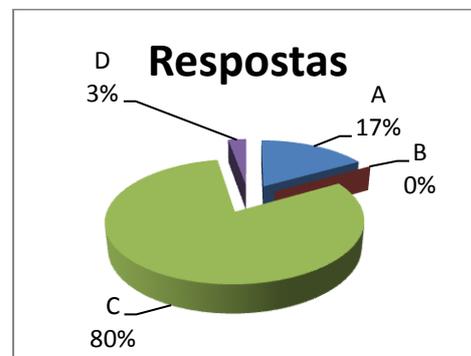
**4) O funcionamento do para raios é baseado:**

- e) Na blindagem eletrostática e no poder das pontas do condutor metálico.
- f) Na ruptura da rigidez dielétrica do ar e ionização das partículas.
- g) Na indução eletrostática e poder das pontas do condutor metálico.
- h) Não sei.

**RESPOSTA CORRETA: c**



**(a)**



**(b)**

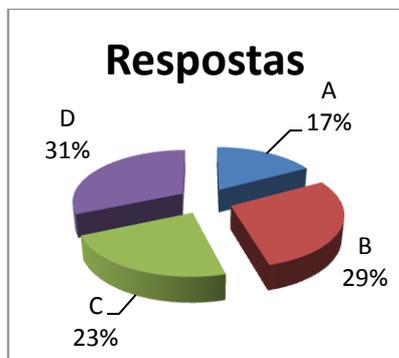
**Figura 5.23:** Respostas para a questão 4 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b)

para o experimento eletróforo na turma 1V

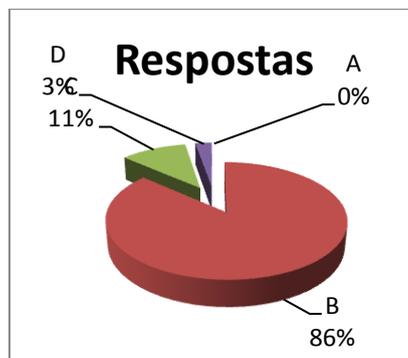
5) Se atritar um pedaço de pvc e o aproximar de pedacinhos de papel alumínio, eles serão atraídos pelo pvc. Se colocar os pedacinhos de papel alumínio debaixo de uma peneira de metal e aproximar novamente o pvc eletrizado, os papéis não serão mais atraídos. Por que isso acontece?

- a) Porque a peneira metálica impede o contato do pvc com o papel alumínio.
- b) Porque a peneira metálica funciona como uma blindagem eletrostática.
- c) Porque o papel alumínio perdeu suas cargas elétricas para a peneira metálica.
- d) Não sei.

**RESPOSTA CORRETA: b**



(a)



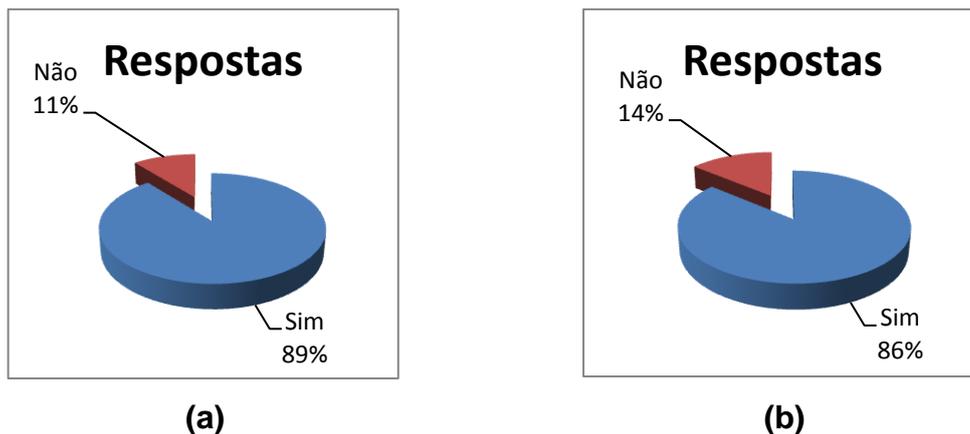
(b)

**Figura 5.24:** Respostas para a questão 5 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento eletróforo na turma 1V

6) Curiosidade: Você acha que um raio pode cair duas vezes no mesmo lugar?

- ( ) Sim                      ( ) Não

**RESPOSTA CORRETA: Sim**



**Figura 5.25:** Respostas para a questão 6 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento eletróforo na turma 1V

**APENAS NO PÓS-TESTE:**

**7) Você achou essa aula interessante?**

( ) Sim ( ) Não



**Figura 5.26:** Respostas para a questão 7 do Pós-teste para o experimento eletróforo na turma 1V

**8) Você achou que os experimentos facilitaram a compreensão do conteúdo?**

( ) Sim ( ) Não



**Figura 5.27:** Respostas para a questão 8 do Pós-teste para o experimento eletróforo na turma 1V

### 9)Deixe suas impressões sobre esta aula:

- Algumas opiniões dos alunos expressas nesta questão:

**ALUNO 1:** *“As experiências ajudaram a nós termos uma visualização das coisas explicadas”.*

**ALUNO 2:** *“As aulas foram proveitosa principalmente na hora dos experimentos que comprovou o que foi dito na aula”.*

**ALUNO 3:** *“Muito boa, ajuda muito a entender o assunto”.*

**ALUNO 4:** *“A impressão que causa é aquela de curiosidade, informações úteis e básicas que são do dia-a-dia e que poucos sabem”.*

**ALUNO 5:** *“Muito boa, principalmente a parte dos experimentos, pois mostra na prática o que aprendemos na teoria”.*

### 5.3 – Experimento 3 - Efeito Estufa: Tumas 1M e 1V

#### Descrição do Experimento:

Este experimento é bastante simples e fácil de realizar. Foram utilizados os seguintes materiais: uma caixa de sapato, papel alumínio, dois termômetros de mercúrio (encontrados nas farmácias), uma extensão, filme plástico de pvc, dois bocais de lâmpadas e duas lâmpadas incandescentes de 100W, conforme disposto na Figura 5.28.

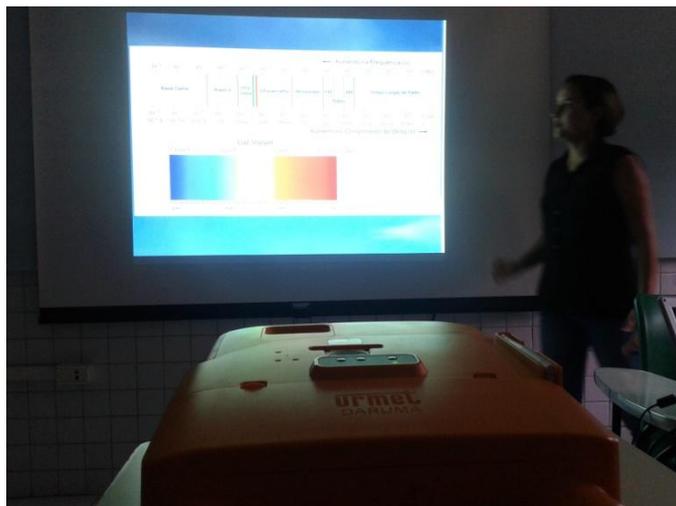


**Figura 5.28.** Material utilizado no experimento efeito estufa.

As lâmpadas foram colocadas nos bocais e conectadas na extensão. O papel alumínio foi usado para revestir a caixa e um dos termômetros foi colocado no interior da caixa antes de cobri-la com o filme plástico de PVC. É importante ressaltar que os dois termômetros devem estar à mesma temperatura no momento da realização do experimento. O outro termômetro deverá ficar do lado de fora da caixa, disposto de maneira que também seja iluminado pelas lâmpadas. Após dispor o experimento de acordo com esta configuração, aguarde por dois minutos e verifique as temperaturas dos termômetros. O termômetro dentro da caixa sofrerá uma variação de temperatura bem maior comparado ao que está fora da caixa. Verifica-se assim o efeito estufa, onde podemos comparar a ação do plástico filme com o efeito causado pelos gases que envolvem a atmosfera terrestre onde a radiação emitida não consegue escapar.

#### **Objetivos:**

O espectro eletromagnético é um conceito bastante abstrato e considerado de difícil compreensão pela maior parte dos alunos. A abordagem do tópico efeito estufa foi realizada juntamente com o tema do céu azul, dentro do mesmo assunto que é o espectro eletromagnético (Figura 5.29).



**Figura 5.29.** Aula sobre o espectro eletromagnético

Desta maneira, foi demonstrando mais um fenômeno que está presente no cotidiano dos alunos, onde é possível visualizar a ação de mais uma das faixas de radiação que compõe o espectro eletromagnético. A opção por utilizá-lo neste assunto também se deve ao fato da ementa da disciplina de Física do IFRN a ser trabalhada no 2º Ano não possuir a parte de calorimetria, mas este experimento também pode ser utilizado em uma aula de processos de propagação do calor, por exemplo. O experimento sobre o céu azul e o arco-íris será abordado em maiores detalhes no Capítulo 6.

Assim, o objetivo desta dupla abordagem foi aproximar o conteúdo do espectro eletromagnético para a realidade dos alunos, facilitando sua compreensão e a aprendizagem. Além disso, o efeito estufa é um fenômeno que é cercado de uma série de concepções equivocadas, como por exemplo, a de que é algo totalmente prejudicial ao nosso planeta, o que não é verdade, uma vez que a vida no planeta Terra só é possível devido ao efeito estufa. O que tem se tornado prejudicial ao planeta é o aumento do efeito estufa devido à emissão de gases poluentes. Isto tem causado um desequilíbrio no balanço energético do planeta, propiciando assim um aumento da temperatura global (Aquecimento Global).

### **Metodologia:**

Novamente o pré-teste foi realizado no início da aula seguido da exposição do conteúdo e da realização do experimento. A relação do efeito estufa com o conteúdo

do espectro eletromagnético a ser visto foi demonstrada e em seguida foi aplicado o pós-teste.

### **Resultados:**

A utilização deste recurso nas duas turmas tornou a aula mais dinâmica, o que agrada muito aos alunos conforme sinalizado pelas Figuras 5.36 e 5.43. Ao analisar as respostas dos alunos nos pré e pós-testes de ambas as turmas verificou-se que a maioria dos alunos possuía concepções equivocadas a respeito do assunto e que foram substituídas pelos conceitos corretos como podemos ver nas Figuras 5.30, 5.31, 5.32, 5.34, 5.37, 5.38, 5.39, 5.41 e 5.42. Somos levados a crer que esta aula influenciou positivamente o processo de ensino-aprendizagem para a Turma 1M quando observamos na Figura 5.33 que os alunos estão mais aptos no pós-teste a identificar diferentes situações onde este efeito é observado, o que indica que eles compreenderam em que consiste este fenômeno.

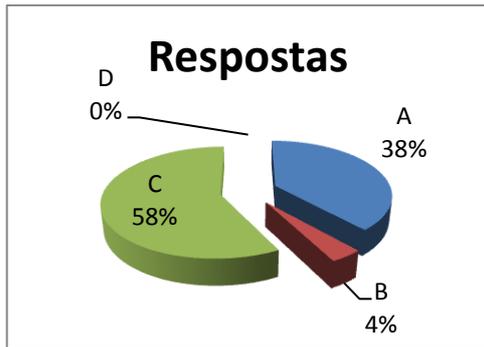
Esta mesma questão não teve um resultado tão bom na Turma 1V, como podemos ver na Figura 5.40, o que me levou a explicar novamente o assunto para dirimir todas as dúvidas. Não podemos deixar de mencionar a participação dos alunos durante a aula, o que demonstra que a utilização deste produto de fato os motiva e desperta o desejo e a curiosidade em aprender o conteúdo.

### **PRÉ/PÓS TESTE EFEITO ESTUFA – TURMA 1M**

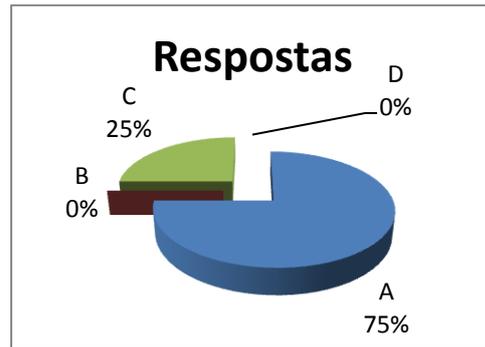
#### **1) O que é o efeito estufa?**

- a) Aquecimento da superfície do planeta em virtude dos gases da atmosfera que impedem que parte da radiação incidente retorne ao espaço.
- b) Fenômeno extremamente prejudicial ao planeta, que aquece os oceanos e derrete as calotas polares.
- c) É o resultado da intervenção contínua do homem na natureza, que produziu esse efeito na atmosfera em virtude da grande quantidade de gases poluentes que são emitidos por fábricas e carros.
- d) Não Sei.

**RESPOSTA CORRETA: a**



(a)



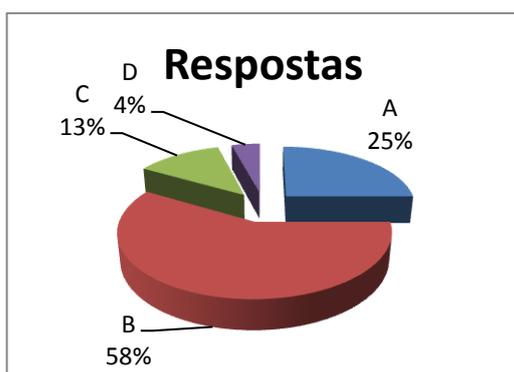
(b)

**Figura 5.30:** Respostas para a questão1 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento efeito estufa na turma 1M

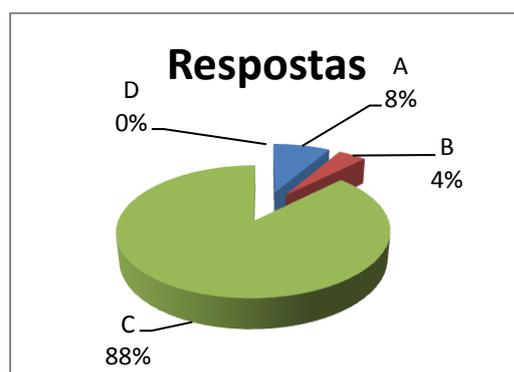
**2) Quais as consequências do efeito estufa?**

- a) Sempre prejudiciais, pois ocorre o aquecimento dos oceanos e o derretimento das calotas polares.
- b) Esse fenômeno não é bom para o planeta, pois destrói a camada de ozônio que protege a Terra.
- c) Possui consequências benéficas, pois sem esse o efeito estufa não haveria vida no planeta.
- d) Não Sei.

**RESPOSTA CORRETA: c**



(a)



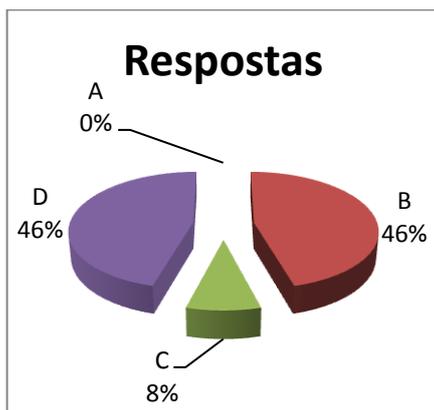
(b)

**Figura 5.31:** Respostas para a questão2 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento efeito estufa na turma 1M

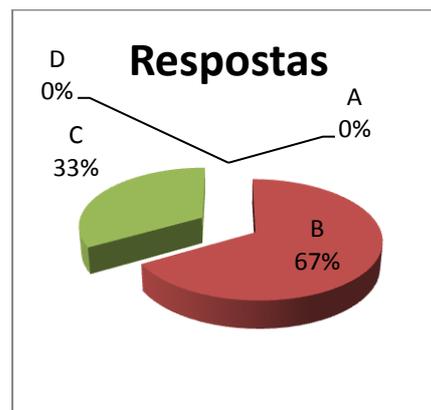
**3) Quais os principais gases associados ao efeito estufa?**

- a) Oxigênio, Nitrogênio, Hidrogênio.
- b) Gás Carbônico, CH<sub>4</sub> (metano) e CFC.
- c) CFC, Oxigênio e Nitrogênio
- d) Não Sei

**RESPOSTA CORRETA: b**



**(a)**



**(b)**

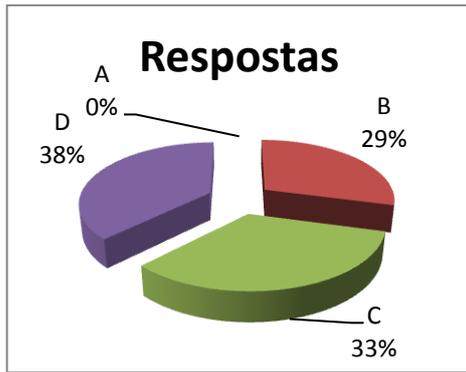
**Figura 5.32:** Respostas para a questão 3 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento efeito estufa na turma 1M

**4) Em quais das situações a seguir é possível observar o efeito estufa?**

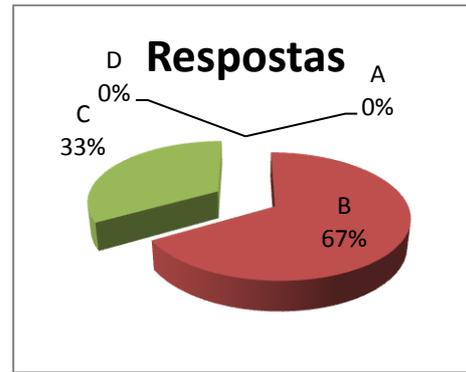
- I. Armazenagem de algumas plantas num local adequado conhecido como viveiro de plantas.
- II. Aquecimento de carro estacionado ao Sol com os vidros fechados.
- III. Aquecimento de uma placa metálica ao Sol

- a) Em I e III
- b) Em I e II
- c) Em II e III
- d) Não Sei

**RESPOSTA CORRETA: b**



(a)



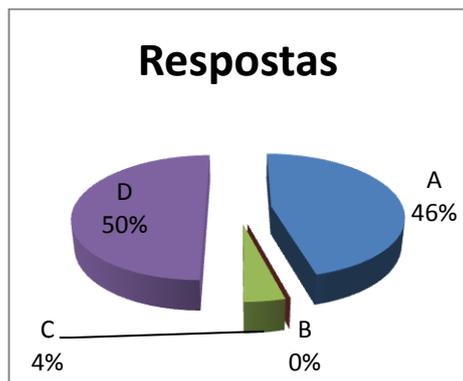
(b)

**Figura 5.33:** Respostas para a questão 4 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento efeito estufa na turma 1M

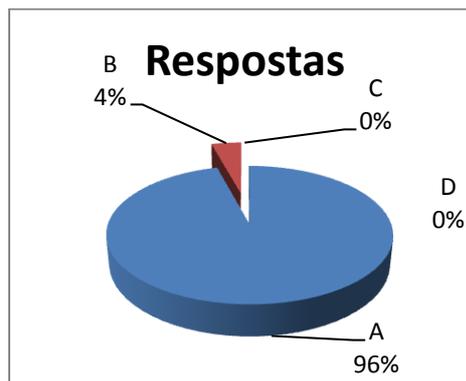
**5) O que é o protocolo de Kyoto?**

- a) Um acordo firmado entre 141 países que visa diminuir a emissão de gás carbônico para a atmosfera
- b) Um tratado de não destruição das florestas assinado por 50 países
- c) Um acordo realizado entre alguns países que pretende acabar com o efeito estufa
- d) Não Sei

**Resposta Correta: a**



(a)



(b)

**Figura 5.34:** Respostas para a questão 5 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento efeito estufa na turma 1M

6) Qual a região do espectro eletromagnético que está associada ao efeito estufa?

- a) Infravermelho
- b) Ultravioleta
- c) Raios X
- d) Não Sei

**RESPOSTA CORRETA: a**

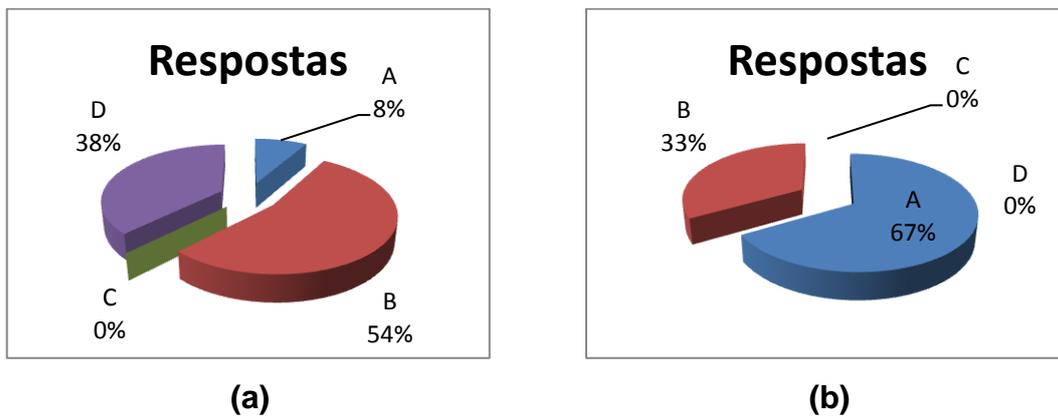


Figura 5.35: Respostas para a questão 6 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento efeito estufa na turma 1M

**APENAS NO PÓS-TESTE:**

7) Você achou essa aula interessante?

( ) Sim ( ) Não



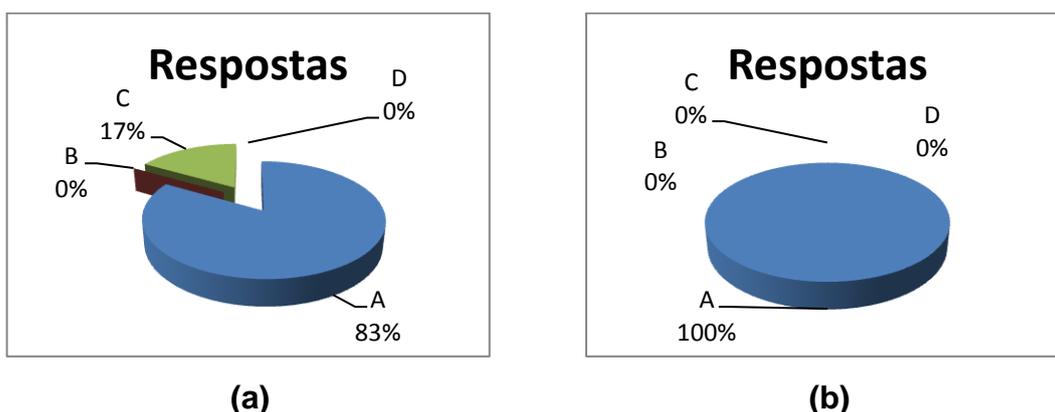
Figura 5.36: Respostas para a questão 7 do Pós-teste para o experimento efeito estufa na turma 1M

## PRÉ/PÓS TESTE EFEITO ESTUFA – TURMA 1V

### 1) O que é o efeito estufa?

- a) Aquecimento da superfície do planeta em virtude dos gases da atmosfera que impedem que parte da radiação incidente retorne ao espaço.
- b) Fenômeno extremamente prejudicial ao planeta, que aquece os oceanos e derrete as calotas polares.
- c) É o resultado da intervenção contínua do homem na natureza, que produziu esse efeito na atmosfera em virtude da grande quantidade de gases poluentes que são emitidos por fábricas e carros.
- d) Não Sei.

**RESPOSTA CORRETA: a**

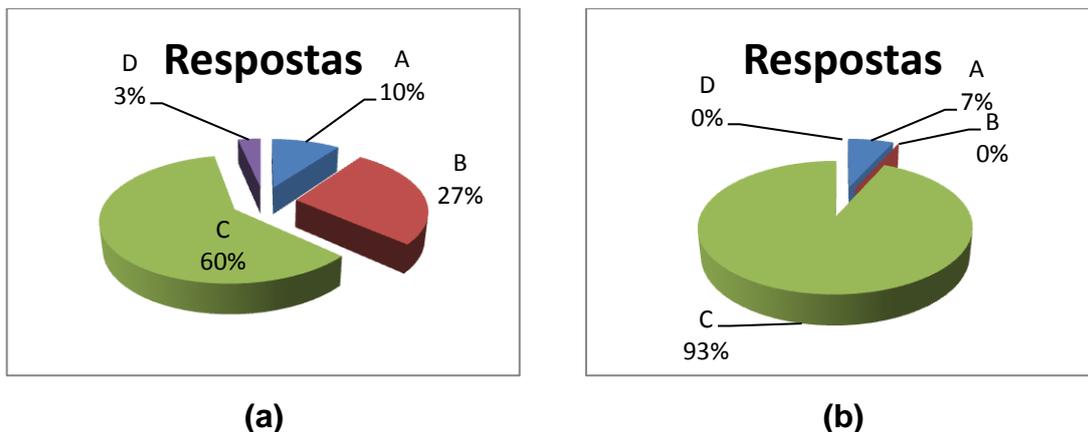


**Figura 5.37:** Respostas para a questão 1 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento efeito estufa na turma 1V.

### 2) Quais as consequências do efeito estufa?

- a) Sempre prejudiciais, pois ocorre o aquecimento dos oceanos e o derretimento das calotas polares.
- b) Esse fenômeno não é bom para o planeta, pois destrói a camada de ozônio que protege a Terra.
- c) Possui consequências benéficas, pois sem esse o efeito estufa não haveria vida no planeta.
- d) Não Sei.

**RESPOSTA CORRETA: c**

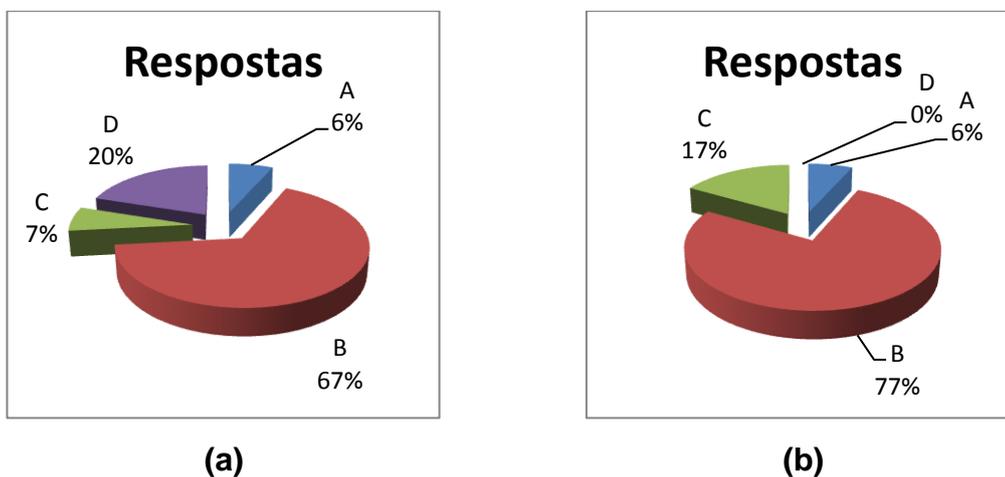


**Figura 5.38:** Respostas para a questão 2 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento efeito estufa na turma 1V.

**3) Quais os principais gases associados ao efeito estufa?**

- a) Oxigênio, Nitrogênio, Hidrogênio.
- b) Gás Carbônico, CH<sub>4</sub> (metano) e CFC.
- c) CFC, Oxigênio e Nitrogênio
- d) Não Sei

**RESPOSTA CORRETA: b**



**Figura 5.39:** Respostas para a questão 3 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento efeito estufa na turma 1V.

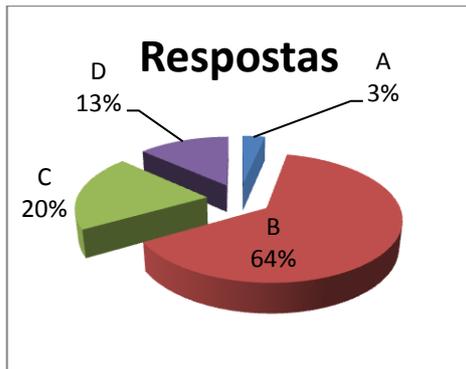
**4) Em quais das situações a seguir é possível observar o efeito estufa?**

- l) Armazenagem de algumas plantas num local adequado conhecido como viveiro de plantas.

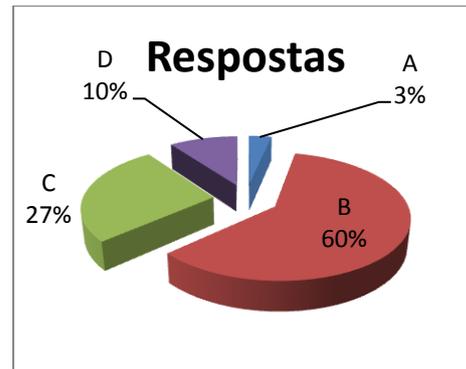
- II) Aquecimento de carro estacionado ao Sol com os vidros fechados.
- III) Aquecimento de uma placa metálica ao Sol

- a) Em I e III      b) Em I e II      c) Em II e III      d) Não Sei

**RESPOSTA CORRETA: b**



(a)



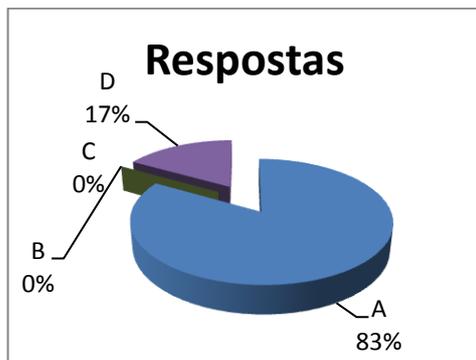
(b)

**Figura 5.40:** Respostas para a questão 4 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento efeito estufa na turma 1V.

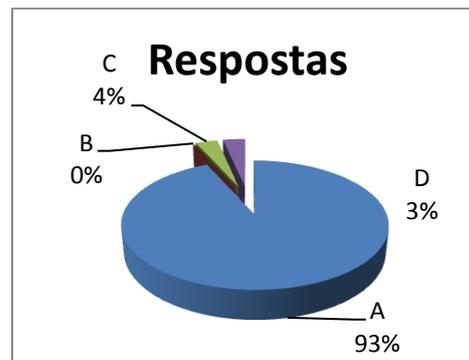
**5) O que é o protocolo de Kyoto?**

- a) Um acordo firmado entre 141 países que visa diminuir a emissão de gás carbônico para a atmosfera
- b) Um tratado de não destruição das florestas assinado por 50 países
- c) Um acordo realizado entre alguns países que pretende acabar com o efeito estufa
- d) Não Sei

**RESPOSTA CORRETA: a**



(a)



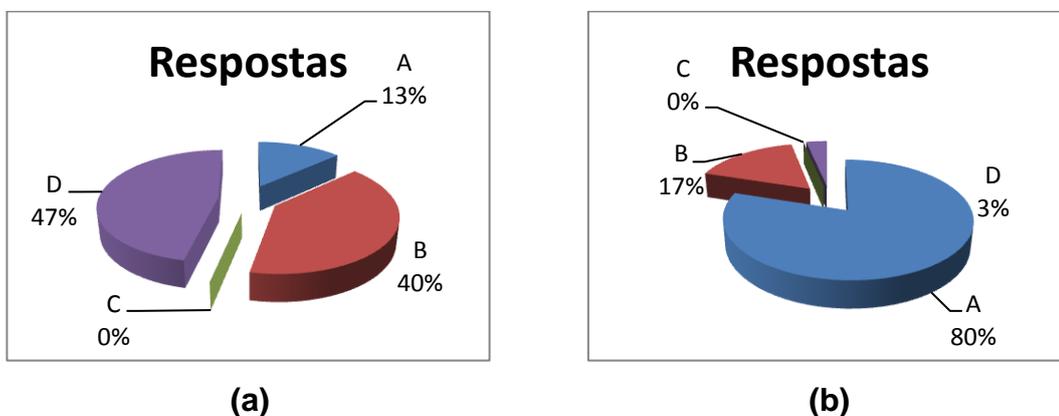
(b)

**Figura 5.41:** Respostas para a questão 5 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento efeito estufa na turma 1V.

**6) Qual a região do espectro eletromagnético que está associada ao efeito estufa?**

- a) Infravermelho
- b) Ultravioleta
- c) Raios X
- d) Não Sei

**RESPOSTA CORRETA: a**



**Figura 5.42:** Respostas para a questão 6 no Pré-teste (a) e no Pós-teste (b) para o experimento efeito estufa na turma 1V.

**APENAS NO PÓS-TESTE:**

**7) Você achou essa aula interessante?**

- ( ) Sim ( ) Não



**Figura 5.43:** Respostas para a questão 7 do Pós-teste para o experimento efeito estufa na turma 1V

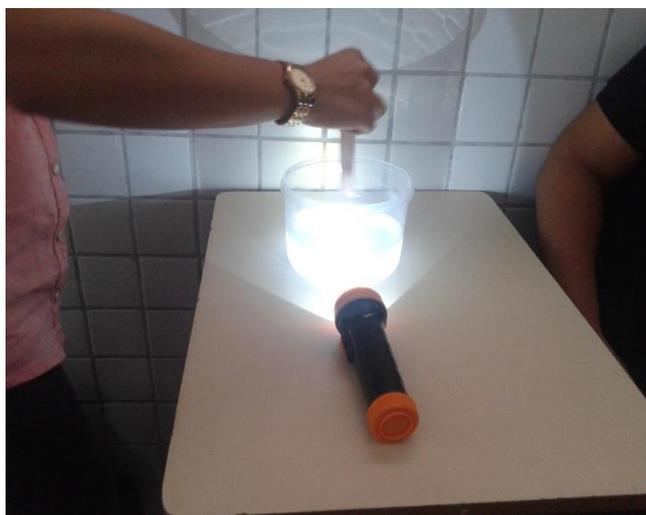
Para o experimento céu azul foi utilizada uma análise estatística mais detalhada, a fim de se verificar mais profundamente o impacto deste produto no processo de ensino-aprendizagem a partir da mensuração da proficiência do discente. Este estudo será apresentado no capítulo a seguir.

## **CAPÍTULO 6: ANÁLISE ESTATÍSTICA DE UM ESTUDO DE CASO**

### **6.1 – Aplicação do Experimento Céu Azul**

#### **Descrição do Experimento:**

Para a realização deste experimento são necessários os seguintes materiais: um pote de plástico ou de vidro médio transparente, uma lanterna, uma pequena quantidade de leite (pode utilizar um conta-gotas se desejar) e água. Deve-se



encher o pote com água (sem transbordar), e, com a lanterna diante do pote e acrescentar à água algumas gotas de leite conforme sinalizado pela Figura 6.1. Em pouco tempo, é possível perceber que a água vai adquirindo coloração azulada, como podemos ver na Figura 6.2.

**Figura 6.1** – Material utilizado no experimento céu azul



**Figura 6.2** – Experimento céu azul

As partículas do leite colocado na água desempenham o papel das partículas que compõem os gases da atmosfera do nosso planeta, que em virtude do seu tamanho espalham mais os menores comprimentos de onda da luz visível, referentes à faixa azul do espectro. Esta é a razão da cor azul do céu e que é retratada neste experimento simples.

**Objetivos:**

O experimento sobre o azul do céu e o fenômeno do arco-íris foram utilizados como motivadores para elucidar os aspectos físicos da temática espectro eletromagnético. Vale ressaltar que estes dois fenômenos são cercados de concepções equivocadas, sendo esta uma excelente oportunidade de se discutir e compreender fisicamente estes temas na sala de aula.

Destaca-se que nada impede que este mesmo experimento seja utilizado em uma aula de óptica, por exemplo, para explicar as frequências que compõem a luz visível. Isto demonstra o quanto o produto educacional pode ser útil na aprendizagem de diversos conteúdos.

**Metodologia:**

Basicamente a metodologia utilizada na aula do experimento céu azul seguiu o mesmo roteiro das aulas já citadas anteriormente: pré-teste aplicado no início,

exposição do tema de Física da Atmosfera seguida da realização do experimento, explicação do conteúdo que este tema envolve e finalizando com aplicação do pós-teste.

### **Aplicação dos Testes**

Neste caso específico do experimento céu azul, os pré e pós-testes foram constituídos por sentenças que alunos deveriam analisar e responder avaliando se possuíam relação ou não com fenômeno em questão. Assim, caso a afirmação estivesse corretamente ligada ao fenômeno, os alunos deveriam marcar como resposta a alternativa “sim”, e, caso contrário, deveriam optar pela alternativa “não”. A opção pela construção deste tipo de questionário se deve ao fato de tornar mais simples a sua análise através da Teoria de Resposta ao Item (TRI) que será discutida posteriormente.

No total o teste possuía 20 sentenças relacionadas com os fenômenos do céu azul e do arco-íris, e o mesmo teste foi aplicado antes e após a exposição do conteúdo. O teste e os resultados obtidos com a sua aplicação nas Turmas 1M e 1V serão apresentados a seguir, com o objetivo de analisar mais minuciosamente a eficiência desta abordagem na aprendizagem dos alunos.

#### **PRÉ TESTE / PÓS TESTE:**

- **O céu é azul porque...**

- 1) A luz emitida pelo Sol é composta de diversas cores. Sim ( ) Não ( )
- 2) Ao atravessar a atmosfera terrestre, a luz sofre inúmeras refrações que são as responsáveis pela coloração do céu. Sim ( ) Não ( )
- 3) Acontece um fenômeno denominado espalhamento da luz. Sim ( ) Não ( )
- 4) A luz do Sol incide sobre oceanos e é refletida, causando o azul do céu.  
Sim ( ) Não ( )
- 5) As moléculas que compõem a atmosfera terrestre refletem mais a cor azul.  
Sim ( ) Não ( )
- 6) Os cones (receptores de cores do olho humano) respondem mais às cores vermelho, azul e verde, e, este fato influencia na cor que vemos no céu.  
Sim ( ) Não ( )

- **O céu torna-se avermelhado/alaranjado no cair da tarde porque...**

7) Não há mais cor azul, pois ela já foi totalmente espalhada ao longo do dia.

Sim ( ) Não ( )

8) Ao pôr do sol a luz proveniente do Sol percorre uma camada mais espessa da atmosfera. Sim ( ) Não ( )

9) O comprimento de onda referente à luz azul está sendo espalhado em direções diferentes da nossa linha de visada. Sim ( ) Não ( )

- **Ao ser observado do espaço, o nosso planeta é azul. Isso se deve ao fato de que...**

10) O céu é azul. Sim ( ) Não ( )

11) Os oceanos absorvem os longos comprimentos de onda do espectro eletromagnético. Sim ( ) Não ( )

12) Apenas luz azul é espalhada na atmosfera, influenciando no que observamos em uma posição fora do nosso planeta. Sim ( ) Não ( )

- **O arco-íris só pode ser visto...**

13) Em dias chuvosos e não muito nublados, dependendo do local.

Sim ( ) Não ( )

14) Nos dias que há elevadas temperaturas. Sim ( ) Não ( )

15) Se você estiver em uma posição privilegiada, pois há uma dependência com os ângulos de visada. Sim ( ) Não ( )

16) Em dias chuvosos, mesmo com o céu bastante nublado. Sim ( ) Não ( )

- **O que causa o arco-íris é...**

17) O espalhamento da luz solar na atmosfera. Sim ( ) Não ( )

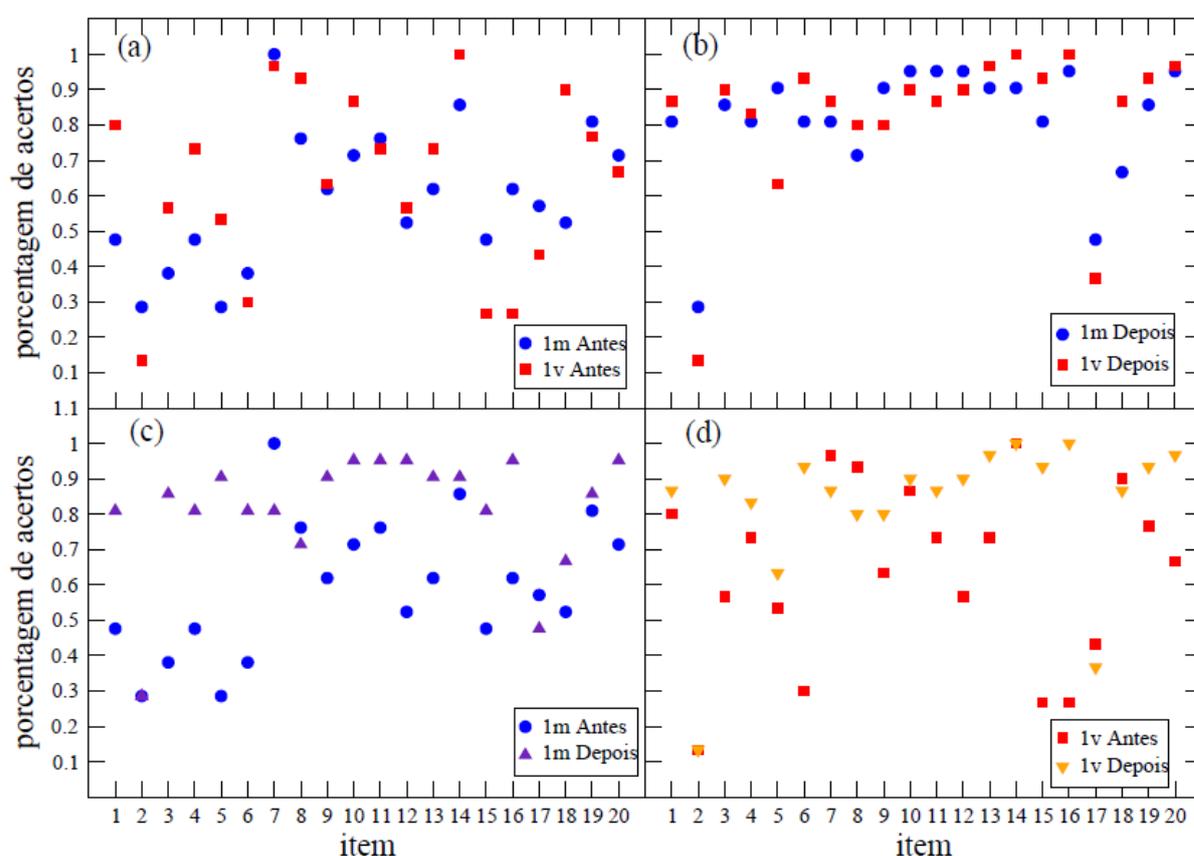
18) A luz emitida pelo Sol é composta de diversas cores. Sim ( ) Não ( )

19) Refrações da luz solar em gotas de chuva. Sim ( ) Não ( )

20) O mesmo fenômeno que acontece quando fazemos a luz branca atravessar um prisma. Sim ( ) Não ( )

## 6.2 – Análise estatística do experimento céu azul utilizando a proficiência dos discentes

Durante a aplicação do pré e pós-teste estiveram presentes nas Turmas 1M e 1V, 21 e 30 alunos respectivamente. Após a coleta de informações dos testes construiu-se gráficos para avaliar a evolução do desempenho dos alunos de cada turma. A Figura 6.3 apresenta gráficos que revelam o percentual de acerto de cada turma em cada questão do teste, onde o eixo das ordenadas representa a fração de alunos que acertaram uma determinada questão e o eixo das abcissas os itens que constituíam o teste, 20 no total.



**Figura 6.3.** (a) Percentual de acerto das questões por aluno antes para as turmas 1M e 1V, (b) Percentual de acerto das questões por aluno depois para as turmas 1M e 1V, (c) ) Percentual de acerto das questões por aluno antes e depois para as turmas 1M e (d) Percentual de acerto das questões por aluno antes e depois para as turmas 1V.

Analisando as Figuras 6.3a e 6.3b, podemos comparar o nível de conhecimento dos alunos das Turmas 1M e 1V a respeito destes assuntos antes e após a aplicação do experimento. Nestas figuras podemos observar que o percentual de acertos das questões por aluno melhorou significativamente no pós-teste, o que indica que a aplicação deste produto influenciou positivamente na aprendizagem dos alunos.

As Figuras 6.3c e 6.3d comparam as Turmas 1M e 1V com elas mesmas indicando seus resultados nos pré e pós-testes, de maneira que é possível perceber a cada questão um aumento considerável no número de acertos após a utilização do experimento em cada turma.

Em alguns casos particulares, como no item 1, por exemplo, podemos observar na Figura 6.3a que aproximadamente 50% dos alunos responderam corretamente que a coloração azul do céu possui relação com o fato da luz branca ser constituída por diversas cores. É importante ressaltar que o conteúdo de óptica já havia sido ministrado nas turmas, o que nos leva a crer que eles já haviam compreendido a composição da luz e o fenômeno da refração.

Na Figura 6.3b podemos observar que no pós-teste para o item 1, a Turma 1M ficou com um índice de acerto de 80%, enquanto a turma 1V tem o valor do número de acertos próximo aos 90%. Verificamos um aumento significativo dos acertos nos itens 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18 e 20, que podem ser observados nas Figuras 6.3c e 6.3d. Percebe-se também que um maior número de alunos responderam corretamente as sentenças no pós-testes, demonstrando que estes tópicos do assunto da aula se tornaram elucidados após a explicação dos fenômenos, indicando assim uma aprendizagem do conteúdo.

É possível, entretanto, notar que alguns pontos não apresentaram nenhuma diferença nas respostas antes e depois da explicação dos fenômenos, ou ainda, que no pós-teste o número de acertos é menor do que no pré-teste, como podemos ver nos itens 2, 7,9 e 17 das Figuras 6.3c e 6.3d. Este fato indica que uma maior atenção deve ser dada a estes itens em uma futura exposição, podendo representar tópicos que os subsunçores não estão ainda bem estabelecidos.

De maneira geral, é possível verificar nos gráficos um resultado satisfatório para o processo de ensino-aprendizagem das turmas. Estes temas proporcionaram durante as aulas uma grande interação dos alunos com questionamentos e dúvidas,

o que representa uma maior motivação da parte dos discentes com a metodologia adotada e que influencia diretamente na aprendizagem do conteúdo.

Dando continuidade à verificação estatística dos dados, uma maneira de analisar os resultados obtidos nos testes em função de outros parâmetros diferentes de acertos e erros, consiste em utilizar a Teoria de Resposta ao Item (TRI) como recurso. Em linhas gerais, esta teoria se fundamenta basicamente em associar a probabilidade de acerto de um estudante em um determinado item a parâmetros do item e do próprio indivíduo (Silva e Pessoa, 2014). Assim, de acordo com esta teoria, é possível avaliar os alunos levando em consideração fatores intrínsecos de cada um, que não podem ser medidos pela maneira clássica de avaliação.

Um destes fatores que pode ser levado em consideração no momento da avaliação é a habilidade dos discentes, que está diretamente relacionada com o conhecimento (inteligência) de cada um. Assim, quanto maior for o conhecimento do aluno, maior será a sua proficiência. Nesta teoria a habilidade ou proficiência é representada pela letra  $\theta$ , que pode assumir valores positivos ou negativos de acordo com uma maior ou menor habilidade dos indivíduos. Ao analisar as respostas dos alunos em termos deste parâmetro buscamos verificar se houve um aumento na habilidade dos alunos no pós-teste, o que seria um indicativo de que adquiriram conhecimento.

De acordo com Gonçalves (2006), a escala de proficiência ( $\theta_j$ ) para um indivíduo  $j$  é definida como a pontuação total padronizada segundo a equação:

$$\theta_j = \frac{e_j - \bar{e}}{\sqrt{\text{Var}(e)}} \quad (1)$$

Em que:

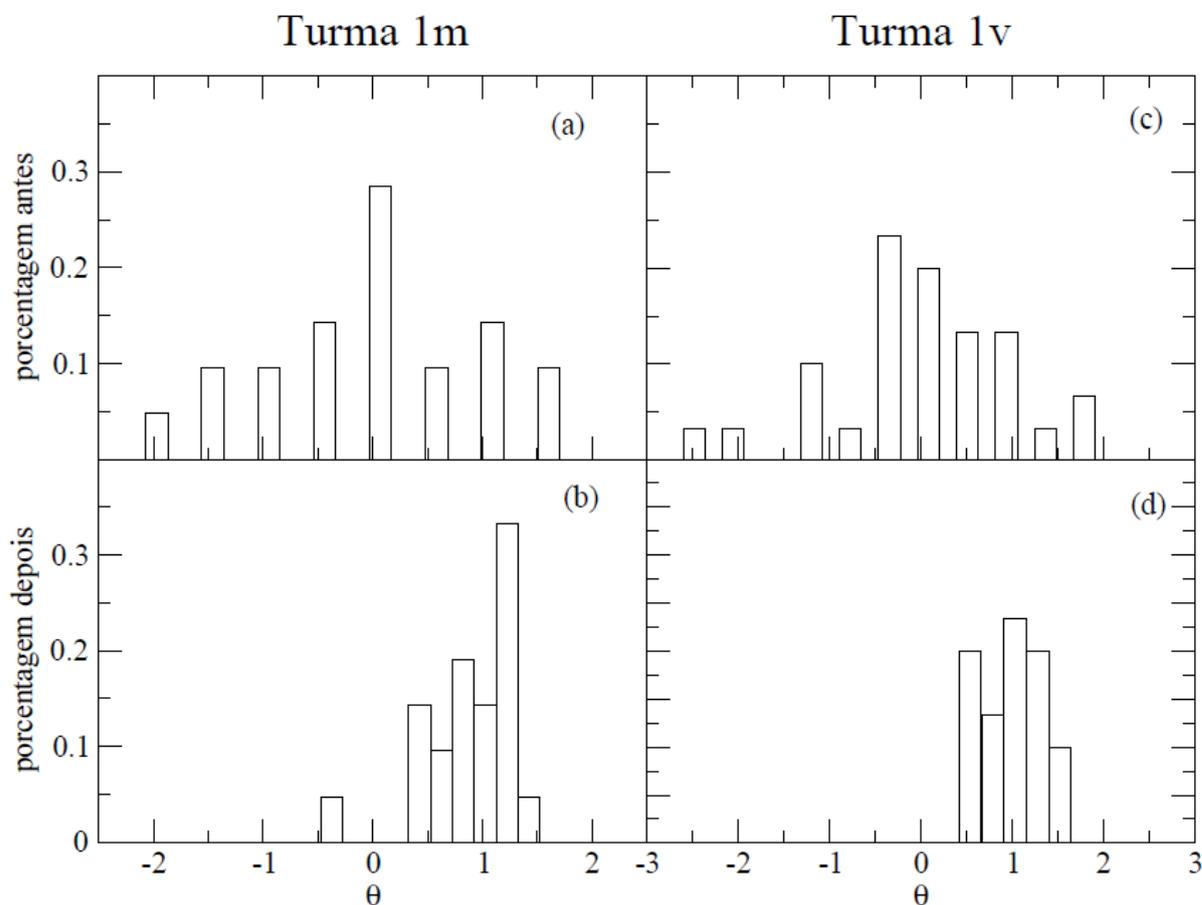
$$e_j = \frac{\text{número de questões corretas}}{\text{número de questões respondidas}} \quad (2)$$

$$\bar{e} = \frac{\sum_{j=1}^n e_j}{n} \quad (3)$$

$$\text{Var}(e) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (e_j - \bar{e})^2}{n-1}} \quad (4)$$

e  $n$  é o número total de alunos da amostra.

A Figura 6.4 mostra a distribuição de alunos na escala de habilidades. Como é possível ver na Figura 6.4a e 6.4c, quando os alunos foram solicitados a responder o questionário usando apenas seus conhecimentos prévios no pré-teste, a distribuição da turma é aproximadamente gaussiana.



**Figura 6.4.** Distribuição dos alunos na escala de habilidades. (a) Habilidade dos alunos da Turma 1M no pré-teste. (b) Habilidade dos alunos da Turma 1M no pós-teste. (c) Habilidade dos alunos da Turma 1V no pré-teste. (d) Habilidade dos alunos da Turma 1V no pós-teste.

O resultado gaussiano representa uma turma “normal”, com uns poucos alunos acima da média ( $\theta > 0$ ), a maioria na região mediana na escala de habilidades (representada pelo valor de  $\theta = 0$ ) e alguns alunos no que pode ser considerado abaixo da média ( $\theta < 0$ ), que correspondem aqueles que possuem grandes chances de serem reprovados na disciplina.

É preciso ressaltar que a maioria dos professores que encontram uma distribuição gaussiana em suas turmas acredita fazer um bom trabalho, pois uma

gaussiana nada mais é do que o reflexo de uma suposta e enganada realidade de “normalidade” no processo de ensino-aprendizagem.

O que é necessário considerar atualmente, observando que a finalidade da educação é preparar para a vida, é que o professor não pode se conformar com este resultado dito “normal”, e deve buscar em suas turmas um resultado mais homogêneo onde a maioria dos alunos está acima do primeiro desvio positivo, o que na escala de habilidades pode ser interpretado como conhecimentos adquiridos.

Dessa forma, uma das possibilidades de se atingir este fim é que o professor utilize novas metodologias em suas aulas, de maneira a despertar no aluno a vontade de aprender. Como já foi mencionado anteriormente, a habilidade do aluno é uma característica intrínseca de cada um, mas cabe ao professor estimular este aluno em suas aulas para que suas habilidades sejam desenvolvidas.

Para se observar melhor o ganho na proficiência dos alunos no pós-teste, expresso nos gráficos das Figuras 6.4b e 6.4d, a habilidade de cada aluno  $\theta_j$  do pós-teste foi calculada utilizando-se a média  $\bar{e}$  do pré-teste, a partir da Equação 1.

Assim, ao observar as Figuras 6.4b e 6.4d, que demonstram a distribuição de alunos no pós-teste, nota-se que a turma atingiu uma maior uniformidade em  $\theta > 0$ , ou seja, a quase totalidade dos alunos se encontra acima do primeiro desvio. Este resultado pode ser analisado sob a perspectiva da metodologia utilizada, que influenciou os resultados de maneira positiva, pois a maior parte dos alunos adquiriu o conhecimento após as exposições da aula.

Dessa forma, é possível perceber que as estratégias metodológicas adotadas pelo professor são de extrema importância para o processo de aprendizagem dos alunos, e que esta forma de conduzir o ensino em particular apresenta um resultado satisfatório, evidenciando que se trata de uma metodologia eficiente para a aprendizagem dos alunos, desenvolvendo suas habilidades.

## **CAPÍTULO 7: CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O processo de ensino-aprendizagem tem atravessado atualmente um período de relevantes transformações, ocasionadas em grande parte pelas inovações científicas e tecnológicas. Este fato acarreta mudanças na forma de conduzir o

ensino, e atualizações no processo de ensino-aprendizagem se tornam cada vez mais necessárias nos dias de hoje.

Dessa forma, a exposição do conteúdo exclusivamente através do método tradicional de ensino não se mostra mais muito eficiente em despertar nos alunos o desejo de aprender, e alternativas a essa forma de conduzir o ensino devem ser consideradas. Assim, os professores devem buscar metodologias e estratégias de ensino que sejam capazes de tornar as aulas de Física mais atraentes para este discente que vive imerso no mundo de acesso a informações.

Sob este ponto de vista, ansiando um ensino que seja capaz de formar cidadãos críticos e que compreendem o mundo que os cerca é importante considerar que a Física ministrada na sala de aula deve representar situações que os jovens vivenciam cotidianamente, de forma que os alunos estabeleçam a relação entre aquilo que aprendem na escola com o que está presente no seu dia-a-dia. Dessa forma, esperamos que ao identificar o conteúdo lecionado com situações recorrentes em suas vidas, os alunos se sintam motivados com a disciplina o que é de extrema importância para o processo de ensino-aprendizagem.

Acreditamos que a Física da Atmosfera é capaz de desempenhar um papel motivador para as aulas, despertando a curiosidade dos alunos por tratar de fenômenos que são observados cotidianamente. Assim, ao inserir alguns fenômenos atmosféricos do dia-a-dia durante as aulas almejamos que os discentes sejam suscitados à aprendizagem dos conteúdos que necessitam ser trabalhados.

Além disso, a utilização de experimentos na sala de aula contribui de forma significativa para o ensino, facilitando a aprendizagem principalmente de conceitos mais abstratos, difíceis de serem visualizados e compreendidos. Em especial consideramos a utilização de experimentos de baixo custo e de fácil acesso por utilizar materiais simples, já que a maioria dos professores não encontra em seu local de trabalho um ambiente mais propício para a realização de atividades experimentais, como um laboratório de Física equipado e à sua disposição. Além disso, estas atividades não demandam um tempo muito longo para a sua realização, o que não compromete o andamento das aulas e da apresentação do conteúdo.

Pensando nestes fatores, desenvolvemos um produto educacional para ser utilizado pelos professores, que alia a abordagem de fenômenos atmosféricos com experimentos de baixo custo para ser utilizado com intuito de facilitar a

aprendizagem de outros conteúdos de Física do Ensino Médio e até mesmo dos conteúdos de Ciências do Ensino Fundamental. Assim, alguns conteúdos tidos como mais complicados de se compreender pela maioria dos alunos foram relacionados com fenômenos atmosféricos observados cotidianamente, e, com a utilização de experimentos de baixo custo buscamos que sua abordagem se tornasse mais acessível e de fácil compreensão, influenciando diretamente na aprendizagem do conteúdo. Dessa maneira esperamos que a aprendizagem mecânica dos conteúdos que basicamente se limita a resolução de questões em uma avaliação e que em seguida é esquecida, seja substituída por uma aprendizagem mais sólida e que pode ser utilizada por toda a vida.

Do ponto de vista da teoria da aprendizagem significativa que fundamentou este trabalho, para que ocorra a aprendizagem são necessários dois fatores: presença de um material potencialmente significativo e predisposição do sujeito para aprender, e, juntamente com o fato de abordar temas que despertam a curiosidade dos alunos, forneça aos professores uma ferramenta que facilite o processo de ensino-aprendizagem e forneça as condições necessárias para a ocorrência da aprendizagem significativa dos conteúdos. Para isto desenvolvemos o produto 50 CURIOSIDADES SOBRE FÍSICA DA ATMOSFERA QUE VC VAI GOSTAR DE SABER.

Assim sendo, o produto é constituído por quatro experimentos que envolvem os fenômenos de formação de nuvens, raios e trovões, o azul do céu e o efeito estufa, que podem ser facilmente utilizados para a aprendizagem de conteúdos de óptica, calorimetria, eletricidade e Física Moderna, conforme necessidade do professor. Além disso, foi desenvolvido um texto de apoio, no qual foram respondidas 50 questões sobre Física da Atmosfera que possui como finalidade auxiliar o docente que deseja utilizar este produto educacional, como material de apoio conceitual.

Anelamos com esta proposta que os professores possuam uma forma diferente de abordar o conteúdo e que seja capaz de aumentar nos alunos a predisposição para aprender, bem como que alunos aprendam significativamente os conteúdos que foram vistos, adquirindo um conhecimento que será usado por toda a sua vida. Assim sendo, espera-se que a utilização deste produto em sala de aula forneça aos professores uma ferramenta didática que seja capaz de complementar

as aulas, tornando-as mais dinâmicas e que contribua de maneira positiva para o processo de ensino-aprendizagem.

Este produto foi aplicado na sala de aula em turmas do segundo ano do Ensino Médio do IFRN Campus Apodi-RN. De maneira geral foi bem aceito pelos alunos que se mostraram muito receptivos com esta forma de se ministrar o conteúdo, associado ao fato de que as aulas se tornaram mais interessantes e que os conteúdos passaram a “fazer mais sentido”, pois foi possível observar a relação destes com acontecimentos do seu cotidiano. Como metodologia adotada utilizamos um pré-teste a ser aplicado antes do início da aula e um pós-teste contendo as mesmas questões do pré-teste a ser respondido após as explicações e realizações dos experimentos, para verificar a aprendizagem dos alunos através da utilização desta ferramenta didática.

Mediante a análise dos pré e pós-testes foi possível verificar que a utilização deste produto na sala de aula acarretou uma melhoria na aprendizagem dos alunos, destacando a maior participação durante as aulas e o crescente interesse dos alunos pelos temas, o que nos leva a crer que este produto educacional de fato se mostra útil para o processo de ensino-aprendizagem, motivando os alunos e facilitando a compreensão dos conteúdos.

A oportunidade de utilizar este produto na sala de aula revelou que é possível para o professor diversificar suas metodologias educacionais, incluindo em suas aulas atividades mais dinâmicas e que fomentem os alunos durante as exposições dos conteúdos, objetivando a aprendizagem significativa.

Esperamos que este trabalho seja utilizado de forma ampla pelos professores de maneira que venha a auxiliar a aprendizagem de tantos outros conteúdos dentro das várias áreas da Física que podem ser trabalhados com a Física da Atmosfera como mediadora para tantos outros conhecimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P. (2003) Aquisição e Retenção de conhecimentos. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução do original The acquisition and retention of knowledge (2000).

BOHREN, Craig F. Nuvens numa caneca de cerveja. Experiências simples em Física Atmosférica. Lisboa: Gradiva, 1996.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, FÍSICA. MEC/SENTEC.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa et AL. "Ensino de Física" Coleção Ideias em Ação. São Paulo: CENGAGE Learning, 2010, página 53 até 78.

GONÇALVES, Flávio Bambirra. Análise Bayesiana da Teoria de Resposta ao item: uma abordagem generalizada. 2006. 113 páginas. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA, Osmar Henrique Moura; BARROS, Marcos Alves. Laboratório Caseiro – Pára-Raios: Um experimento simples e de baixo custo para a eletrostática. In: Cad. Bras. Ens. Fís. V.25, n.1: p:168-182, abr.2008.

MORAES, José Uibson Pereira; JUNIOR, Romualdo S. Silva. Experimentos Didáticos no Ensino de Física com foco na aprendizagem significativa. In: Aprendizagem Significativa em Revista. V4(3), pp. 61-67, 2014.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MURAMATSU, M. et al. O azul do céu e o vermelho do pôr-do-sol. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.32, n.3, 3501, 2010.

PELIZZARI, A; KRIEGL, M.L; BARON, M.P.; FINCK, N.T.L. & DOROCINSKI, S.I. Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. Revista PEC, Curitiba, v.2, n. 1, p. 37-42. 2001/2002.

RICARDO, Elio Carlos. Problematização e Contextualização no ensino de Física. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa et AL. "Ensino de Física" Coleção Ideias em Ação. São Paulo: CENGAGE Learning, 2010, página 29 até 51.

SILVA, Elaine dos Santos. A Física dos Relâmpagos e dos raios. Junho de 2007. 28 folhas. Brasília. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Católica de Brasília.

SILVA, George Frederick Tavares; PESSOA, Geovane de Almeida. Teoria de Resposta ao item: possibilidades de aplicação em avaliações no ensino de Física. XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Maresias, 2014.

SILVA, Mário Adelmo Varejão. Meteorologia e Climatologia – Versão Digital 2. Pernambuco: Março de 2006.

VIANELLO, Rubens Leite; ALVES, Adil Rainier. Meteorologia Básica e Aplicações. Viçosa: UFV, 2000.

WALKER, Jearl. O Circo Voador da Física; tradução de Claudio Coutinho de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

WALLACE, John M.; HOBBS, Peter V. Atmospheric Science: An Introductory Survey – Second Edition. Academic Press, 2006.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. Física para o Ensino Médio – Eletricidade e Física Moderna, Vol. 3 – 3ª Edição. São Paulo: Saraiva, 2013.

*Portal do Professor – Efeito Estufa.* Disponível em:  
<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=4645>. Acesso em 19/09/2014.

*Manual do Mundo – Nuvem na Garrafa.* Disponível em:  
<https://www.youtube.com/watch?v=kCHOe5cEaAw>. Acesso em 19/09/2014.

*Show de Física – Eletróforo.* Disponível em:  
[http://www.rc.unesp.br/showdefisica/99\\_Explor\\_Eletrizacao/paginas%20htmls/Demo%20Eletr%C3%B3foro.htm](http://www.rc.unesp.br/showdefisica/99_Explor_Eletrizacao/paginas%20htmls/Demo%20Eletr%C3%B3foro.htm). Acesso em 18/10/2014.

*Mega Curioso - É possível calcular o peso de uma nuvem?* Disponível em:  
<http://www.megacurioso.com.br/fenomenos-da-natureza/36360-e-possivel-calculiar-o-peso-de-uma-nuvem-.htm>. Acesso em 19/10/2014.

# **ANEXO I - PRODUTO DESENVOLVIDO NO TRABALHO**

## **50 CURIOSIDADES QUE VOCÊ VAI GOSTAR DE SABER SOBRE FÍSICA DA ATMOSFERA**

Este material é destinado aos professores que desejam conhecer mais sobre os fenômenos atmosféricos e procuram diversificar suas metodologias educacionais introduzindo este tema em suas aulas através da utilização de experimentos de baixo custo. Este produto é constituído por quatro experimentos sobre fenômenos atmosféricos que podem ser realizados na sala de aula sem exigir muito tempo, mas que podem constituir excelentes oportunidades de discussão e aprendizagem. Com eles, será possível utilizar temas do dia a dia dos alunos para motivá-los à aprendizagem de outros temas de Física, fazendo uma relação do que é necessário ser abordado na sala de aula com situações que são vividas pelos alunos diariamente. Se for necessário, para esclarecer dúvidas sobre os fenômenos atmosféricos abordados nos experimentos, consulte as perguntas respondidas sobre estes temas com o objetivo de fonte de consulta.

### **Experimentos:**

- 1. Nuvem na garrafa pet**
- 2. Eletróforo de baixo custo**
- 3. O azul do céu**
- 4. O efeito estufa**

#### **1. Experimento Nuvem na Garrafa Pet**

Você pode realizar um experimento bem simples que demonstra a formação de uma nuvem. Com ele é possível abordar o conteúdo de Física do diagrama de fases, tornando possível visualizar a relação existente entre a pressão, a temperatura e os estados físicos da matéria. Assim, é possível incluir um experimento que desperta a curiosidade dos alunos em um tema que abordado apenas pelo modelo tradicional de ensino resume-se a explicação de um gráfico e a

resolução de exercícios. Além disso, utilizar um tema do cotidiano dos alunos, as nuvens, pode ser um fator motivador desempenhando o papel de material potencialmente significativo à aprendizagem.

**Para realizar este experimento você vai precisar de:**

- Uma garrafa pet de 2 L transparente vazia e sem rótulo;
- Uma pequena quantidade de álcool (uma tampa da própria garrafa do álcool);
- Uma bomba de encher bolas de esporte (futebol, vôlei) que contenha um bico fino;
- Uma rolha de cortiça.

**Modo de Fazer:**

Prenda o bico da bomba de encher na rolha, de maneira que ele atravesse a rolha. Coloque a quantidade de álcool na garrafa e agite um pouco, por cerca de uns 30 segundos. Em seguida, tampe a garrafa com a rolha que está com a bomba presa a ela. Comece a bombear ar para dentro da garrafa até que a garrafa fique bem rígida. Tire a rolha. A nuvem deverá se formar dentro da garrafa.

**A Física explica...**

Ao agitarmos a garrafa com a pequena quantidade de álcool, este se aquece e evapora um pouco. Quando colocamos a rolha e começamos a bombear, estamos aumentando a pressão dentro da garrafa, e, conseqüentemente, a temperatura. Assim, mais álcool evapora. Ao retirar a rolha, a pressão diminui e o álcool resfria vindo a se condensar dentro da garrafa e formando a nuvem.

**2. Experimento Eletróforo de baixo custo**

Com este eletróforo de baixo custo será possível mostrar a Física dos relâmpagos e trovões como pano de fundo para a aprendizagem de um conteúdo de eletrostática, os processos de eletrização.

**Para realizar este experimento você vai precisar de:**

- Uma forma de alumínio para pizza de 30 cm de diâmetro aproximadamente;
- Um cabo plástico (pode ser um pedaço de cano de pvc de 25 cm);
- Resina Epóxi;
- Uma placa de pvc (de forrar telhados);
- Pedaço de Papel ou lã.

**Modo de Fazer:**

Fixe o cabo plástico na parte interna e no centro da forma de alumínio com a resina epóxi. Aguarde o tempo necessário para o endurecimento e fixação do cabo. Com o pedaço de papel ou lã atrite a placa de pvc por 30 segundos. Coloque a forma sobre a placa de PVC segurando pelo cabo. Aguarde 5 segundos e coloque o dedo na área da forma. Retire a forma da placa e aproxime seu dedo das bordas da forma. Você deve levar um pequeno choque, sendo possível visualizar uma faísca.

**A Física explica...**

Ao atritar o papel (ou a lã, o processo é o mesmo) com a placa de pvc, elétrons são transferidos do papel para a placa tornando-a carregada negativamente (consulte uma série triboelétrica). Colocando a forma de alumínio sobre a placa e aguardando certo tempo, ocorre a indução (separação) das cargas na forma, fazendo com que a parte da forma em contato com a placa fique positiva e a outra fique negativa. Ao encostar o dedo na área da forma, os elétrons fluem da forma para o corpo, tornando a forma carregada positivamente. Agora, quando aproximar o dedo das bordas ocorrerá um pequeno choque. Existe uma grande semelhança entre este simples experimento e o que ocorre em uma nuvem carregada de tempestade para a formação de um raio, e, dessa forma, pode-se fazer a relação

entre os processos de eletrização envolvidos e a explicação do fenômeno de raios e trovões.

### **3. Experimento O Azul do Céu.**

Você pode fazer um experimento para demonstrar o azul do céu. Ele pode ser a motivação de uma aula sobre Óptica, quando falamos sobre a composição da luz branca ou sobre Física Moderna, ao abordar o assunto do espectro eletromagnético.

#### **Para realizar este experimento você vai precisar de:**

- Um recipiente fundo de plástico ou de vidro transparente;
- Água;
- Uma lanterna;
- Um conta-gotas;
- Leite;
- Anteparo (pode ser um pedaço de cartolina branca ou a própria parede da sala se for branca).

#### **Modo de Fazer:**

Coloque água no recipiente e pingue algumas gotas de leite. É importante que este experimento seja realizado em um ambiente adequado para a melhor visualização, como em uma sala com pouca luz. Coloque o recipiente com água sobre uma mesa e posicione o anteparo próximo ao recipiente. Coloque a lanterna no lado oposto ao do anteparo, de maneira que a luz emitida pela lanterna atravesse a água do recipiente e atinja o anteparo. Algum tempo nesta configuração e será possível visualizar a coloração da água tornar-se azulada e a luz que atinge o anteparo ficar em um tom amarelado.

#### **A Física explica...**

As gotas de leite funcionam como as partículas da atmosfera e espalham mais a luz azul do espectro de cores que compõem a luz branca. A cor da luz que atinge o anteparo fica com um tom amarelado simulando a maior camada da atmosfera percorrida pela luz durante o nascer ou o pôr-do-sol, o que explica a coloração do céu amarela alaranjada nessas duas situações.

#### **4. Experimento Efeito Estufa**

O efeito estufa é um tema que é abordado de forma recorrente nos vestibulares e ENEM, dada a sua grande importância. Com este experimento de baixo custo é possível visualizar este fenômeno de forma a tornar a aula mais dinâmica.

##### **Para realizá-lo, você vai precisar de:**

- Uma caixa (pode ser de sapato);
- Papel alumínio;
- Dois termômetros de mercúrio;
- Filme plástico de pvc;
- Fita adesiva;
- Uma extensão com três entradas;
- Duas lâmpadas incandescentes de 60 watts.

##### **Modo de Fazer:**

Certifique-se que os dois termômetros estão à mesma temperatura antes de realizar o experimento. Forre a caixa com o papel alumínio e coloque um dos termômetros dentro da caixa. Cubra a caixa com o filme plástico de pvc. Se for necessário, prenda o filme plástico do lado de fora da caixa com a fita adesiva. Coloque a caixa pronta debaixo da extensão com as lâmpadas acesas e coloque o outro termômetro ao lado da caixa, de maneira que este também fique sob a luz emitida pela lâmpada. Após algum tempo, cerca de 3 minutos, verifique a temperatura dos dois termômetros. Você deve constatar que o termômetro que

estava dentro da caixa está a uma temperatura mais elevada que o outro que ficou do lado de fora.

### **A Física explica...**

O termômetro que fica no interior da caixa experimenta o fenômeno do efeito estufa, pois a radiação incidente pela lâmpada encontra dificuldade para escapar por causa do filme plástico de pvc que cobre a caixa. O papel alumínio apenas acentua este efeito, pois reflete a luz e esta não consegue escapar, contribuindo para a elevação da temperatura da caixa. Assim, observa-se a temperatura aumentar mais significativamente no termômetro que está dentro da caixa do que aquele que está do lado de fora.

## **PERGUNTAS E RESPOSTAS**

Nesta seção estão disponíveis algumas questões e curiosidades sobre os fenômenos atmosféricos que podem ser utilizadas pelos professores para enriquecer o conteúdo e facilitar a abordagem destes temas.

1) O que é o vento?

Resposta: O ar que constitui a atmosfera movimenta-se constantemente. O vento nada mais é do que uma das componentes da velocidade do ar.

2) O que é um furacão?

Resposta: São ciclones tropicais e também são conhecidos como tufões. São originados de perturbações atmosféricas sobre os oceanos tropicais cuja temperatura esteja acima de 26°C. Na verdade não se sabe ao certo como surgem os furacões, mas sabe-se que a velocidade do vento certamente ultrapassa os 100 km/h nesse evento atmosférico.

3) O que é uma massa de ar?

Resposta: Quando uma grande parte da atmosfera fica em contato por um determinado tempo com certa região, como, por exemplo, zonas desérticas ou

polares, esta adquire algumas características desta região através de trocas de calor. Assim, ao observarmos essa camada de ar verticalmente, encontraremos basicamente a mesma temperatura e umidade em todos os pontos. Esta é a característica principal de uma massa de ar.

4) Como as massas de ar são classificadas?

Resposta: Se considerarmos as regiões onde são formadas, as massas de ar podem ser classificadas como polares (originadas nos polos) ou tropicais (cuja formação se dá em zonas tropicais). Se levarmos em conta outras características, como a temperatura da massa de ar, por exemplo, as massas de ar podem ser classificadas em frias e quentes. Uma massa de ar é chamada de fria quando a região por onde ela passa é mais quente do que ela, ou seja, a superfície da região na qual a massa de ar se desloca possui temperatura mais elevada do que a da massa de ar. Se a massa de ar move sobre uma área cuja temperatura é menor do que a da massa de ar ela é denominada massa de ar quente.

5) O que é uma frente?

Resposta: Quando duas massas de ar se encontram nas proximidades uma da outra e não se misturam por causa de suas densidades diferentes, elas mantêm suas características isoladamente. No entanto, existe uma região entre elas onde ocorre uma junção das massas, denominada superfície frontal. O encontro da superfície frontal com outra superfície constitui uma frente.

6) O que são frentes frias e quentes?

Resposta: Uma frente é chamada de fria quando ela causa a troca do ar quente por ar frio ao passar por uma determinada região. No caso da frente quente ocorre exatamente o contrário: ao se deslocar sobre uma região, ela substitui o ar frio ali existente por ar quente.

7) O que é o fenômeno El Niño?

Resposta: Para compreender o que é o El Niño, é necessário definir previamente um parâmetro denominado Índice de Oscilação Sul (IOS), que caracteriza esse fenômeno: de maneira bem geral, ele basicamente consiste na

subtração das pressões ao nível do mar no Tahiti e em Darwin, duas cidades banhadas pelo Oceano Pacífico. Assim, podemos escrever:  $IOS = p_{Tahiti} - p_{Darwin}$ . Quando o valor do Índice de Oscilação é negativo, ou seja, a pressão no Tahiti é menor do que a pressão em Darwin, temos o fenômeno do El Niño, que é a fase quente da Oscilação Sul. As águas do Oceano Pacífico na parte central e leste têm sua temperatura elevada cerca de um ou dois graus Celsius.

8) O que é a La Niña?

Resposta: A La Niña é a fase fria da Oscilação Sul, caracterizada pelo Índice de Oscilação Sul (IOS) positivo, ou seja, a pressão no nível do mar no Tahiti é maior do que a pressão em Darwin. As temperaturas nas áreas central e leste do Oceano Pacífico diminuem.

9) O que é a neve?

Resposta: A neve é a queda de cristais de gelo da nuvem, que podem possuir formato estrelado ou de grãos.

10) Por que a neve é branca?

Resposta: Porque os grãos de neve refletem todos os comprimentos de onda que constituem a luz de maneira praticamente uniforme, tornando-os brancos aos nossos olhos.

11) O que é a chuva de granizo?

Resposta: Algumas nuvens são constituídas de partículas de gelo, que sofrem colisões com outros cristais de gelo da nuvem, aumentando de tamanho. Quando esses grãos de gelo atingem tamanhos significativos, caem sob a ação de seu próprio peso, resultando no fenômeno denominado chuva de granizo.

12) O que são nuvens?

Resposta: Nuvens são pequenas gotas de água condensadas sobre algumas partículas que estão presentes na atmosfera. Além das gotículas de água, em algumas nuvens também encontramos partículas de gelo.

13) Como as nuvens são formadas?

Resposta: As nuvens são formadas quando o vapor de água presente na atmosfera condensa sobre os chamados aerossóis, que podem ser partículas de poeira e sujeira ou, ainda, resíduos de queimadas florestais. De maneira bem simplificada, quando a umidade do ar está elevada, temos a presença de uma quantidade significativa de vapor de água na atmosfera. O vapor nas proximidades do solo aquece-se e sobe, e à medida que aumenta a altitude, ele resfria, podendo vir a condensar-se sobre uma partícula de poeira da atmosfera. Assim, podemos ter sucessivas condensações sobre esta mesma partícula ou nas circunvizinhas, formando a estrutura que conhecemos como nuvem.

14) O que determina a cor da nuvem?

Resposta: A cor da nuvem está relacionada com a luz que incide sobre ela e a capacidade das partículas que a constituem de refletirem essa luz. A maior parte das nuvens que vemos é branca, pois elas refletem a luz branca proveniente do Sol que sobre elas incide. As nuvens de chuva são acinzentadas ou negras, pois as partículas que as formam quase não refletem a luz solar.

15) Qual a massa de uma nuvem?

Resposta: O peso de uma nuvem é equivalente ao peso de todas as partículas que a compõem, ou seja, o peso da nuvem é o peso de todas as gotículas de água que formam a nuvem. Como isso é muito variável de uma nuvem para outra, não podemos saber exatamente o peso das nuvens. Podemos ter uma ideia aproximada, estimando que uma nuvem tenha o formato de um cubo com um volume de  $1 \text{ km}^3 (= 10^9 \text{ m}^3)$ . Vamos supor que esta nuvem possui a densidade de 0,4 gramas por metro cúbico, e utilizando a relação entre massa (m), densidade (d) e volume (v):  $d = m/v$  temos:

$$\text{Massa} = \text{densidade} \times \text{volume} = 0,4 \times 10^9 = 4 \times 10^8 \text{ g.}$$

Esse valor corresponde a quatrocentos mil quilos!!!

16) Por que as nuvens não caem?

Resposta: As nuvens não caem em direção ao solo, embora sua massa seja de aproximadamente quatrocentos mil quilos! O que acontece é que esta grande

quantidade de matéria está distribuída por uma enorme extensão e é constituída por minúsculas partículas cuja interação gravitacional não é muito significativa. Essas pequenas gotículas que formam as nuvens são menos densas que ar, e por isso, flutuam. Ainda assim podemos analisar essa pergunta sob o seguinte ponto de vista: as nuvens são constituídas por inúmeras gotículas de água, então sempre que há chuva, estamos observando a queda de uma nuvem.

17) Por que as vemos inúmeros formatos diferentes para as nuvens?

Resposta: As nuvens não possuem formas definidas, mas são classificadas de acordo com os formatos mais comuns observados. O vento, a quantidade de vapor de água presente no ar e a temperatura são os fatores que predominantemente determinam a forma e o tamanho da nuvem. As figuras que supostamente enxergamos (figuras de animais, pessoas, seres mitológicos etc.) são provenientes da imaginação de cada pessoa.

18) Regiões mais secas como os desertos contêm nuvens?

Resposta: É um fenômeno atmosférico mais raro nessas regiões, pois como se trata de um local seco e a umidade do ar é extremamente baixa, e, para que haja a formação de nuvens é necessária a existência de vapor de água na atmosfera. O mais provável é que nuvens se formem nas localidades próximas aos desertos e sejam levadas pelo vento até essas regiões.

19) Por que em alguns dias há poucas nuvens no céu?

Resposta: Por que provavelmente o ar não atingiu o nível de saturação necessário para a formação de uma nuvem, o que está diretamente relacionado à umidade do ar de uma determinada região. Além disso, há também a possibilidade de não haver muitas partículas presentes na atmosfera, os aerossóis, nas quais o vapor de água possa condensar-se.

20) Em qual camada da atmosfera ficam as nuvens?

Resposta: A maioria das nuvens se concentra na camada mais próxima da superfície da Terra, denominada troposfera, que se estende por cerca de 10 km

verticalmente. Existem nuvens formadas a maiores altitudes, geralmente as do gênero *cirrus*, a 18 km aproximadamente.

21) Como as nuvens são classificadas?

Resposta: Embora as nuvens tenham seus formatos variados, elas foram classificadas de acordo com sua forma, os tipos mais comuns observados foram agrupados no mesmo gênero, totalizando 10 principais. São eles: Cirros, Cirrocúmulo, Cirrostrato, Altocúmulo, Altostrato, Nimbostrato, Estratocúmulo, Estrato, Cúmulo e Cumulonimbo. De acordo com Mário Adelmo Varejão (Meteorologia e Climatologia):

- ❖ **Cirros:** geralmente apresentam a forma de filamentos brancos.
- ❖ **Cirrocúmulo:** aparenta ser um lençol de nuvens brancas.
- ❖ **Cirrostrato:** aparência de véu, cobrindo todo ou parcialmente o céu.
- ❖ **Altocúmulo:** apresenta elementos com aspecto de rolos.
- ❖ **Altostrato:** nuvem em forma de lençol que apresenta camadas menos espessas que permitem visualizar o Sol.
- ❖ **Nimbostrato:** camada baixa, extensa e cinzenta de nuvens.
- ❖ **Estratocúmulo:** camada ou lençol de cor cinzenta.
- ❖ **Estrato:** nuvem cinzenta que oculta a luz do Sol completamente.
- ❖ **Cúmulo:** nuvens isoladas que lembram montes, torres ou cúpulas.
- ❖ **Cumulonimbo:** nuvem muito densa com forma de montanha. Quase sempre se originam do desenvolvimento de cúmulos.

22) O que é a neblina?

Resposta: A neblina pode ser interpretada como uma nuvem próxima ao solo. O solo sofre um processo de resfriamento durante a noite, e a camada de vapor de água localizada imediatamente próxima à superfície, troca calor com o solo perdendo calor, e, conseqüentemente sua temperatura diminui, o que pode provocar a condensação do vapor nas proximidades do solo. Assim, ao observarmos um amanhecer com neblina, temos a formação de uma nuvem nas proximidades do solo.

23) O que é o orvalho?

Resposta: O solo esfria durante a noite, e, na ausência de vento, o vapor de água nas proximidades do solo realiza trocas de calor, cedendo calor para este. Durante a perda de calor a temperatura do vapor de água diminui, e ele condensa sobre os objetos próximos. Assim, gotas de água são formadas sobre a superfície das folhas em virtude da condensação do vapor de água sobre essas superfícies. Por isso, algumas vezes ao amanhecer, encontramos as plantas e a grama molhadas mesmo sem ter chovido!

24) O que é a atmosfera?

Resposta: É a camada de ar que envolve o nosso planeta. Ela é constituída basicamente por gases e vapor de água. Dos gases que a compõe, encontramos o nitrogênio em maior abundância (78%), seguido do oxigênio (21% aproximadamente). Também há a presença de dióxido de carbono, hidrogênio, hélio e ozônio entre outros gases, mas em quantidades bem menos significativas. O vapor de água presente na atmosfera possui quantidades que variam de região para região. Essa camada de gases que circunda a Terra se estende verticalmente por cerca de 100 km de distância da superfície do nosso planeta aproximadamente. Quase 95% do ar que compõe a atmosfera se encontra na faixa dos 10 a 20 km de altitude, e o ar torna-se rarefeito (menor concentração de gases) à medida que aumenta a distância da superfície, ou seja, quanto maior for a altitude. Está dividida em quatro camadas, denominadas troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera.

25) Todos os planetas do Sistema Solar possuem atmosfera?

Resposta: Oito planetas compõem o Sistema Solar: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Desses, apenas Mercúrio não possui atmosfera. Os demais apresentam atmosferas com características bem diferentes da do nosso planeta: Vênus, por exemplo, possui uma atmosfera tão densa que a pressão atmosférica ao nível do solo é cerca de 90 vezes maior que a do nosso planeta! Além disso, a grande quantidade de dióxido de carbono presente na atmosfera de Vênus faz com que a temperatura da superfície do planeta atinja os 480°C, em virtude do efeito estufa.

26) Por que ao viajar de avião ou subir uma serra sentimos um zumbido no ouvido?

Resposta: Ao subir ou descer uma serra, por exemplo, sentimos no nosso ouvido o resultado da variação de pressão a que estamos submetidos nessa situação. A pressão atmosférica ao nível do mar é diferente daquela a 1000 metros de altitude. À medida que a altitude aumenta, a pressão atmosférica diminui, pois a concentração de gases na atmosfera é menor, o que torna o ar mais rarefeito. O mesmo vale para a situação do avião.

27) O que significa dizer que o ar está úmido ou seco?

Resposta: A umidade do ar está relacionada com a quantidade de vapor d'água presente na atmosfera. Essa quantidade varia de região para região, e é influenciada pela evaporação dos oceanos e rios. Dessa forma, quando dizemos que o ar está seco, na realidade estamos nos referindo a uma pequena quantidade de vapor d'água presente no ar.

28) Como a umidade do ar é medida?

Resposta: O instrumento usado para verificar a umidade do ar chama-se psicômetro, que utiliza basicamente dois termômetros, um denominado termômetro de bulbo seco e o outro termômetro de bulbo úmido. De maneira muito simplificada, esse mecanismo funciona basicamente observando as trocas de calor entre o termômetro de bulbo úmido e o ar. Essa análise segue até que as condições de equilíbrio sejam satisfeitas, permitindo que o bulbo seco forneça a temperatura do ar. Com essa informação calcula-se um parâmetro denominado diferença psicométrica, que indica o nível de umidade do ar.

29) É possível fazer chover?

Resposta: Atualmente existe um processo chamado estimulação artificial de nuvens, que consiste em utilizar um avião para “borrifar” uma solução salina na nuvem, de maneira que aumente na nuvem a concentração de substâncias higroscópicas (aerossóis) e com isso, espera-se estimular o aumento das gotículas de água que formam a nuvem. Assim, as chances de ocorrer uma precipitação

aumentam, mas essa técnica apresenta um elevado custo e nem sempre seu fim é atingido, sendo utilizada somente em períodos de estiagem muito severa.

30) O que é a pressão atmosférica?

Resposta: O ar que circunda a Terra possui um peso que atua sobre toda a superfície do planeta. A pressão atmosférica nada mais é do que a força exercida pela camada de gases que compõem a atmosfera do planeta por unidade de área.

31) Por que não sentimos a pressão atmosférica?

Resposta: Não conseguimos sentir a pressão atmosférica atuando sobre nós, pois ela é exercida sobre todos os pontos de nosso corpo simultaneamente.

32) Como a pressão atmosférica foi determinada?

Resposta: Foi determinada experimentalmente pelo físico italiano Evangelista Torricelli no ano de 1643. Ele utilizou um recipiente contendo mercúrio e um tubo de vidro de 1 m (1000 mm) totalmente preenchido por esse mesmo líquido. Ele emborcou o tubo de vidro no recipiente, sem permitir a entrada de ar, e a coluna de mercúrio presente no interior do recipiente de vidro atingiu a marca dos 760 mm, pois entrou em equilíbrio com a pressão atmosférica exercida pela coluna de ar sobre o mercúrio presente no recipiente. Assim, podemos dizer que a pressão atmosférica possui o mesmo valor da pressão exercida por uma coluna de 760 mm de mercúrio de altura, no nível do mar.

33) Como acontece de a chuva?

Resposta: As nuvens são constituídas por gotículas de água e cristais de gelo que sofrem um aumento até atingirem o tamanho suficiente para precipitarem. Geralmente esse acréscimo de volume ocorre em virtude da condensação de mais vapor de água na superfície das gotas que constituem a nuvem.

34) Antes de chover, por que as nuvens ficam escuras?

Resposta: A cor da nuvem está relacionada à quantidade de luz por ela refletida. No caso da nuvem de chuva, a quantidade de gotículas e cristais que a

constituem impedem a luz solar de ser totalmente refletida, o que torna a aparência da nuvem acinzentada.

35) O que é o raio?

Resposta: Quando uma nuvem de chuva fica eletricamente carregada, ela induz no solo cargas de sinal contrário. Quando este campo elétrico estabelecido entre a nuvem e o solo excede a rigidez dielétrica do ar, ocorre uma descarga elétrica, ou seja, há a passagem de uma corrente elétrica extremamente alta entre a nuvem e o solo que é o raio. A esta descarga elétrica estão associados um efeito luminoso (relâmpago), um efeito sonoro (trovão) e calor. A corrente elétrica produzida neste fenômeno é oscilante, mas pode atingir os 30 mil ampères!

36) Um raio pode cair duas vezes no mesmo lugar?

Resposta: Não há nenhum impedimento para que a descarga elétrica ocorra mais de uma vez entre os mesmos locais ou em suas proximidades. Portanto, se um raio caiu numa determinada localização, este não se torna o local mais seguro para se abrigar durante uma tempestade por causa disso.

37) Os raios sempre ocorrem da nuvem para o solo?

Resposta: Não, as descargas elétricas podem ocorrer da nuvem para o solo, do solo para a nuvem, entre as nuvens e da nuvem para qualquer ponto da atmosfera.

38) O que é o trovão?

Resposta: O trovão é fenômeno sonoro produzido quando o raio (elevada corrente elétrica) percorre a atmosfera, aquecendo abruptamente o ar. Assim, o ar aquecido expande-se violentamente, produzindo um som extremamente intenso.

39) Por que vemos primeiro o relâmpago e depois ouvimos o trovão?

Resposta: O relâmpago é um efeito luminoso e o trovão é um efeito sonoro. A luz propaga-se com a maior velocidade da natureza  $c = 300.000.000$  m/s (sim, trezentos milhões de metros a cada segundo!), enquanto a velocidade do som no ar é aproximadamente 340 m/s. Dessa forma, vemos primeiro o relâmpago e depois

ouvimos o trovão. Para saber qual a distância aproximada de queda do raio, é só contar os segundos que se seguem após a visualização do relâmpago até que se escute o trovão. Depois basta multiplicar esses segundos por 340 e você terá uma ideia de qual distância o raio caiu.

40) Para que serve o para-raios?

Resposta: O para-raios é uma haste pontiaguda condutora que permite a passagem segura de um raio para Terra. Ela explora o poder das pontas de um condutor, que provoca a indução das cargas elétricas nas suas proximidades, e, conseqüentemente, aumentam as chances de um raio ocorrer nesta região. Como o para-raios é devidamente aterrado, o raio segue de forma segura até a Terra, não oferecendo assim risco às pessoas. Assim, o para-raios é uma maneira de se proteger dos raios.

41) Quais os perigos de se expor numa tempestade com relâmpagos e trovões?

Resposta: O corpo de uma pessoa que é submetido a uma corrente de 2 ampères sofre uma parada cardíaca e seus órgãos internos ficam gravemente prejudicados. Ao ser submetido a uma corrente de 3 ampères, a pessoa é levada a óbito. A intensidade da corrente de um raio é bastante elevada e uma pessoa pode ser atingida diretamente ou indiretamente (no caso de estar nas proximidades do local onde o raio caiu) por um raio durante uma tempestade. Assim, é bastante perigoso se expor em um dia de tempestade.

42) Então, como devemos nos proteger em um dia de tempestade?

Resposta: Não é aconselhável ficar embaixo de árvores ou em pé em locais abertos, como uma praia por exemplo. O ideal é refugiar-se em casa ou em local abrigado, como dentro do carro. O carro é certamente um local seguro, pois se comporta como uma gaiola de Faraday e a corrente elétrica não passa em seu interior.

43) O que é o efeito estufa?

Resposta: Aproximadamente 99% da atmosfera do nosso planeta é constituída de nitrogênio e oxigênio. O 1% restante é constituído pelos demais gases, dentre os quais se encontram os chamados gases de efeito estufa. Os principais gases de efeito estufa são o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o metano ( $\text{CH}_4$ ), além do clorofluorcarbono (CFC) e do óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Esses gases possuem a capacidade de reter parte da radiação solar incidente na superfície do nosso planeta, impedindo que ela retorne ao espaço. Dessa maneira, eles são os responsáveis pelo aquecimento da superfície da Terra.

44) O efeito estufa prejudica o nosso planeta?

Resposta: Não. É graças ao efeito estufa que é possível a vida na Terra. Sem ele a temperatura da superfície do nosso planeta seria aproximadamente  $-15^\circ\text{C}$ ! Diante de tão baixa temperatura não haveria água na forma líquida e conseqüentemente a vida não seria possível!

45) Qual a razão de tanta preocupação com o efeito estufa então?

Resposta: O problema não é o efeito estufa em si, pois ele é benéfico ao nosso planeta. O problema é que a emissão desordenada de gases de efeito estufa para a atmosfera, principalmente o dióxido de carbono produzido pelas fábricas, faz com que mais calor seja retido na superfície, o que leva ao derretimento das calotas polares e às alterações climáticas que são as verdadeiras razões para preocupar-se com o efeito estufa.

46) Por que o céu é azul?

Resposta: A luz pode ser descrita como uma onda eletromagnética e é constituída por um conjunto de radiações denominado espectro eletromagnético. Existe uma faixa desse espectro referente à luz branca, compreendida entre os comprimentos de onda que vão do 380 nm ao 720 nm. Essa faixa visível do espectro é constituída pelas cores violeta, anil, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho, o que é equivalente a dizer que a luz branca é constituída por 7 cores. Em virtude de seu tamanho, as pequenas partículas presentes na atmosfera do nosso planeta espalham mais os menores comprimentos de onda da luz branca, referentes à parte

do azul do espectro visível. Esse espalhamento recebe o nome de Rayleigh, mas não é o único responsável pela coloração azulada do céu. As partículas maiores que constituem a atmosfera sofrem o espalhamento Mie e, além disso, há um fator fisiológico, pois as células dos nossos olhos responsáveis por perceber as cores, denominadas cones, possuem uma maior sensibilidade à cor azul.

47) Por que o céu fica vermelho no cair da tarde?

Resposta: A posição do Sol no cair da tarde ou no início da manhã faz com que a luz necessite percorrer uma maior camada da atmosfera até chegar aos nossos olhos. Durante este percurso o azul está sendo espalhado em direções diferentes da nossa linha de visada, e as cores referentes aos maiores comprimentos de onda do espectro estão sendo transmitidas aos nossos olhos. Essas cores são o laranja e o vermelho, e é por este motivo que ao amanhecer e ao cair da tarde o céu apresenta-se em um tom vermelho-alaranjado.

48) O que é o arco-íris?

Resposta: A luz branca é constituída por 7 cores. Ao atravessar uma gota de chuva, a luz sofre um fenômeno denominado refração, o que acarreta uma mudança na velocidade de propagação da luz. Cada uma das cores se propaga com uma velocidade distinta durante a refração, o que faz que seja possível perceber as 7 cores separadamente. O arco-íris mais comum (chamado de primário) é aquele em que a luz do Sol atravessa a gota, reflete-se na superfície interna e deixa a gota, atingindo assim os olhos do observador.

49) Qual a melhor posição para se observar o arco-íris?

Resposta: A melhor posição para localizar um arco-íris primário é colocar-se de costas para o Sol, e, erguendo o braço em um ângulo de  $42^\circ$  olhar para esta direção, pois as gotas que formam o arco-íris, ou seja, aquelas que enviam os raios coloridos para quem está observando são aquelas que estão localizadas nesta faixa.

50) Só conseguimos ver o arco-íris se chover?

Resposta: Infelizmente o arco-íris natural só pode ser observado em dias chuvosos, pois a luz do sol precisa sofrer refração nas gotículas de água para ocasionar este

belo fenômeno. Assim, não conseguimos ver o arco-íris em dias chuvosos muito nublados. Contudo, é possível produzir um arco-íris artificial pressionando, por exemplo, o dedo contra a abertura de uma mangueira jorrando água e fazendo o jato d'água ser iluminado diretamente pelo Sol.