



O ENSINO DA FÍSICA DA ATMOSFERA UTILIZANDO UM OBJETO DE  
APRENDIZAGEM: OLHARES E PERCEPÇÕES DOS PROFESSORES DO ENSINO  
MÉDIO

NYLA NYNAB FERREIRA SILVA

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

Orientador(es):

RAFAEL CASTELO GUEDES MARTINS  
FRANCISCO FRANCINÉ MAIA JÚNIOR

MOSSORÓ

2017

O ENSINO DA FÍSICA DA ATMOSFERA UTILIZANDO UM OBJETO DE  
APRENDIZAGEM: OLHARES E PERCEPÇÕES DOS PROFESSORES DO ENSINO  
MÉDIO

NYLA NYNAB FERREIRA SILVA

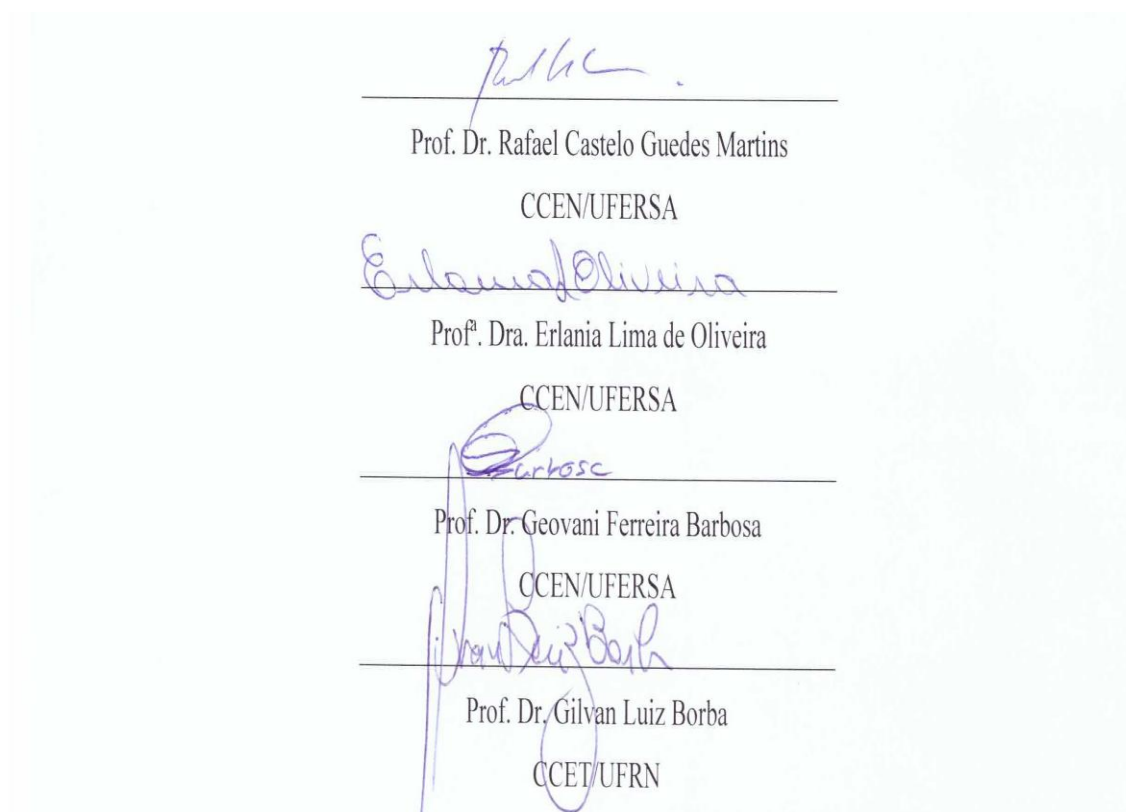
Orientador(es):

RAFAEL CASTELO GUEDES MARTINS

FRANCISCO FRANCINÉ MAIA JÚNIOR

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 25/11/2017:



MOSSORÓ

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F586e FERREIRA SILVA, NYLA NYNAB.  
O ENSINO DA FÍSICA DA ATMOSFERA UTILIZANDO UM  
OBJETO DE APRENDIZAGEM: OLHARES E PERCEPÇÕES DOS  
PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO / NYLA NYNAB FERREIRA  
SILVA. - 2017.  
148 f. : il.

Orientador: RAFAEL CASTELO GUEDES MARTINS.  
Coorientador: FRANCISCO FRANCINÉ MAIA JÚNIOR.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Física, 2017.

1. Ensino de Física. 2. Física da Atmosfera. 3.  
Objeto de Aprendizagem. 4. Software. I. GUEDES  
MARTINS, RAFAEL CASTELO, orient. II. MAIA JÚNIOR,  
FRANCISCO FRANCINÉ, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

À Deus.

Aos meus pais, Mauro e Havana.

Ao meu esposo, Johnny.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me permitido chegar a esse momento especial de minha vida, me livrando dos males e me abençoando sempre.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rafael Guedes Martins pelo incentivo, atenção, paciência, confiança, e principalmente pelos ensinamentos de simplicidade e determinação que levarei por toda a minha vida. Ao meu co-orientador Prof. Dr. Francisco Franciné Maia Júnior pela ajuda nas correções.

Com muito amor aos meus pais Havana Ferreira Silva e Francisco Gualberto Silva que tanto se esforçaram para me dar uma boa educação e me ajudaram nessa caminhada, sem eles não seria quem hoje sou, às minhas irmãs Mylla e Wylla e em especial ao meu amado esposo Johnny de Oliveira Pinheiro que muito me incentivou, apoiou e ajudou a fazer este Mestrado contribuindo com dicas importantes de como elaborar projetos, apresentá-los e realizá-los.

Aos amigos de viagem que me ajudaram neste percurso, incentivando, colaborando, participando, a estes e com muito carinho agradeço, são eles: Alexandre Chaves e Adalberto Sousa.

Aos demais colegas de turma, no qual juntos lutamos e brigamos para chegarmos até o fim, sempre procurando o bem estar de todos, com muito apreço lhes agradeço, são eles: Samara, Tiago, Sergilâneo, David, Fred, Alisson e Levi.

Ao amigo Alysson Gadelha Santos, companheiro de trabalho, o qual tornou possível a realização do software, programando e ajudando-me a desenvolvê-lo.

Ao coordenador Prof. Geovani, que lutou pelas bolsas, para que assim fosse possível chegar até o fim. Aos excelentes professores que contribuíram para minha formação acadêmica, são eles: Carlos Ruiz, Carlos Alberto, Alessandro Lima, Luciana e Jusciane e Erlânia.

Aos professores mestrados que fizeram parte de minha pesquisa, pois sem eles o estudo não teria sido possível.

E por fim, agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa durante todo o período de realização deste mestrado.

## RESUMO

### O ENSINO DA FÍSICA DA ATMOSFERA UTILIZANDO UM OBJETO DE APRENDIZAGEM: OLHARES E PERCEPÇÕES DOS PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO

NYLA NYNAB FERREIRA SILVA

Orientador(es):

RAFAEL CASTELO GUEDES MARTINS

FRANCISCO FRANCINÉ MAIA JÚNIOR

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O foco deste trabalho é abordar a Física da Atmosfera no Ensino Médio utilizando um objeto de aprendizagem, um software desenvolvido especialmente para ensinar sobre a Atmosfera terrestre usando conceitos físicos e também que possibilita trabalhar outros conteúdos de Física como: Termologia, Hidrostática, Física Moderna e Quântica. A interdisciplinaridade é um fator atuante no software, além da Física, a Química, Geografia e Biologia são ciências presentes no decorrer do estudo sobre a Atmosfera. A criação do software foi desenvolvida, visando trabalhar com as atuais tecnologias a qual os alunos do Ensino Médio estão inseridos e por verificar que a maioria dos livros de Física não aborda sobre a Física da Atmosfera e se o faz, estabelece em forma de seções, box ou hipertextos. Poucos são os trabalhos que propõem alguma metodologia de ensino e aprendizagem no que diz respeito ao ensino de Física da Atmosfera na escola atual.

A aceitação do software foi realizada com quarenta e oito professores, alunos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), dos polos de Quixadá e Mossoró. Na aplicação, foi feita a leitura do Manual de Instrução de utilização do

software, a apresentação do Objeto de Aprendizagem e por fim a aplicação de um questionário de vinte e seis questões que buscou conhecer o a formação do docente, como ocorre o ensino da Física da Atmosfera no Ensino Médio e a opinião dos professores quanto à utilização do software em sala de aula.

O resultado do questionário realizado com os professores mestrandos mostrou que o Software Física da Atmosfera possui excelentes qualidades nos aspectos educacionais e tecnológicos, sendo uma ferramenta significativa para o ensino da Física, deixando assim o aluno interessado em aprender sobre a Física da Atmosfera e conseqüentemente aprender outros conteúdos de Física abordados neste.

Palavras-chave: Ensino de Física. Física da Atmosfera. Objeto de Aprendizagem. Software.

**ABSTRACT****THE TEACHING OF ATMOSPHERE PHYSICS USING A LEARNING OBJECT:  
LOOKS AND PERCEPTIONS OF THE TEACHER OF MIDDLE SCHOOL**

NYLA NYNAB FERREIRA SILVA

Advisor (s):

RAFAEL CASTELO GUEDES MARTINS

FRANCISCO FRANCINÉ MAIA JÚNIOR

Master's Dissertation submitted to the Post-Graduation Program Federal Rural Semi-Arid University (UFERSA) in the Professional Master's Degree Course in Physics Teaching (MNPEF), as part of the requirements required to obtain a Master's Degree in Physics Teaching.

The focus of this work is to approach Atmospheric Physics in High School using a learning object, a software specially developed to teach about the terrestrial atmosphere using physical concepts and also that allows to work other Physics contents such as: Thermology, Hydrostatics, Modern Physics and Quantum. Interdisciplinarity is an active factor in software, besides Physics, Chemistry, Geography and Biology are sciences present in the course of the study on the Atmosphere. The creation of the software was developed, aiming to work with the current technologies to which the students of the High School are inserted and for verifying that the majority of the books of Physics do not approach on the Physics of the Atmosphere and if it does, it establishes in the form of sections, Box or hypertexts. Few are the works that propose some methodology of teaching and learning with respect to the teaching of Atmospheric Physics in the current school.

The validation of the software was carried out with forty-eight teachers, students of the National Professional Master's in Physics Teaching (MNPEF), the Quixadá and Mossoró poles. In the application, the Instruction Manual for the use of the software was read, the presentation of the Learning Object and finally the application of a questionnaire of twenty six questions that sought to know the training of the teacher, as



occurs the teaching of Physics of Atmosphere in High School and teachers' opinions regarding the use of software in the classroom.

The result of the questionnaire carried out with the master teachers showed that Atmospheric Physics Software possesses excellent qualities in the educational and technological aspects, being a significant tool for the teaching of Physics, thus leaving the student interested in learning about the Physics of the Atmosphere and consequently learning other contents of Physics covered in this.

**Keywords:** Teaching Physics. Physics of the Atmosphere. Learning Object. Software.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Estrutura média vertical da atmosfera de acordo com a temperatura
- Figura 2 - Camadas da Ionosfera
- Figura 3 - Causa das precipitações
- Figura 4 - Radiação visível
- Figura 5 - Representação do ar em altas e baixas pressões
- Figura 6 - Ponto de ebulição e fusão da água na escala Celsius, Fahrenheit e Kelvin.
- Figura 7 - Modelo de uma superfície frontal fria.
- Figura 8 – Modelo de uma superfície frontal quente, com um conjunto de nuvens associadas.
- Figura 9 - Incidência dos raios solares sobre a terra.
- Figura 10- Chuva orográfica devido à presença de relevo.
- Figura 11 - Vegetação original do território brasileiro
- Figura 12 - Representação da altitude
- Figura 13 - Influência da altitude na temperatura.
- Figura 14 – Representação do efeito estufa na superfície terrestre.
- Figura 15 – Curva de Keeling Concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico medidos no observatório em Mauna Loa.
- Figura 16 – Apresentação do produto através de slides
- Figura 17 – Mestrados de Quixadá
- Figura 18 – Mestrados de Mossoró
- Figura 19: Amostra da formação dos participantes.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Competência ao estudo da atmosfera em Biologia
- Tabela 2 – Competências ao estudo da atmosfera em Química
- Tabela 3 - Unidades temáticas do ensino da atmosfera na Química
- Tabela 4 – Competências ao estudo da atmosfera em Física
- Tabela 5 - Unidades temáticas do ensino da Física da Atmosfera
- Tabela 6 – Análise dos livros didáticos do Ensino Médio
- Tabela 7 – Capa dos livros
- Tabela 8 - Composição do ar Seco até 25 km de altitude
- Tabela 9 – Função de cada Grupo de trabalho do IPCC
- Tabela 10 – Fontes e escoadouros de CO<sub>2</sub>
- Tabela 11 – Opinião dos professores em relação a sua formação acadêmica
- Tabela 12 – Opinião dos professores em relação ao sentimento que mantém pela profissão
- Tabela 13 – Livros utilizados pelos professores participantes
- Tabela 14 – Quantitativo de professores que informam a série adequada do Ensino Médio para se abordar a Física da Atmosfera
- Tabela 15: Série e quantitativo de professores que usariam o software em sala de aula

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Argumentos utilizados para a escolha do curso

Gráfico 2 – Salário médio dos docentes em reais (R\$) em relação a profissionais de outras áreas.

Gráfico 3 – Ordem de opção de escolha do curso de formação

Gráfico 4 – Interesse em continuar na profissão de magistério

Gráfico 5 - Incentivo quanto ao Ensino de Física da Atmosfera na Graduação

Gráfico 6 – Prática cotidiana

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	155
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	199
2.1 Objetos de Aprendizagem (OA) .....	199
2.1.1 Algumas definições .....	20
2.1.2 Utilização dos OA .....	22
2.2 O uso de Objetos de Aprendizagem na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira.....	244
2.3 O Ensino da Física da Atmosfera no Ensino Médio.....	288
2.3.1 O que diz a LDB e os PCN's.....	288
2.3.1.1 O ensino da Atmosfera na Biologia .....	31
2.3.1.2 O ensino da Atmosfera na Química .....	33
2.3.1.3 O ensino da Atmosfera na Física .....	37
2.3.2 Como os livros didáticos do Ensino Médio abordam a Física da Atmosfera.. .....	40
2.4 Tópicos de Física da Atmosfera .....	511
2.4.1 A atmosfera.....	511
2.4.1.1 Composição do Ar .....	52
2.4.1.2 Importância dos principais gases atmosféricos .....	53
2.4.1.2.1 Nitrogênio .....	53
2.4.1.2.2 Oxigênio e Ozônio .....	54
2.4.1.2.3 Vapor d'água .....	56
2.4.1.2.4 Gás carbônico .....	57
2.4.1.3 Variação vertical de propriedades da atmosfera .....	57
2.4.1.3.1 Troposfera e tropopausa .....	60
2.4.1.3.2 Estratosfera e Estratopausa .....	60
2.4.1.3.3 Mesosfera e Mesopausa .....	61
2.4.1.3.4 Termosfera .....	61
2.4.1.3.5 Ionosfera .....	61
2.4.2 Clima x Tempo .....	633
2.4.2.1 Elementos Climáticos .....	64
2.4.2.1.1 Umidade .....	64

2.4.2.1.2 Radiação .....	66
2.4.2.1.3 Pressão Atmosférica .....	69
2.4.2.1.4 Temperatura .....	70
2.4.2.2 Fatores Climáticos .....	72
2.4.2.2.1 Massas de ar .....	72
2.4.2.2.2 Latitude .....	73
2.4.2.2.3 Relevo .....	74
2.4.2.2.4 Vegetação .....	75
2.4.2.2.5 Altitude .....	75
2.4.3 Mudanças Climáticas .....	77
2.4.3.1 Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) .....	80
2.4.3.2 Efeito Estufa .....	81
3 METODOLOGIA .....	88
3.1 Delineamentos da pesquisa.....	88
3.2 Aplicação do Produto Educacional.....	89
3.3 Desenvolvimentos da pesquisa.....	92
3.4 Espaço amostral.....	94
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	955
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS.....	108
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	1111
APÊNDICE .....	115
Apêndice A - Instrumental aplicado aos professores sobre o Ensino da Física da Atmosfera .....	115
Apêndice B - Manual de Instrução e Utilização do Software.....	122
Apêndice C - Opinião dos professores em relação ao Software Física da Atmosfera .....	140

## 1 INTRODUÇÃO

É sabida a resistência que muitos alunos do ensino médio adquirem na aquisição dos conceitos da Física. O emprego de métodos tradicionalistas e a falta de métodos pedagógicos integram os motivos desta problemática.

Alternativas têm sido analisadas por diversos pesquisadores e estudiosos em tornar o aprendizado da Física significativo e ligado ao cotidiano do aluno. Nos tempos atuais, o uso do computador com o auxílio da internet, tem sido um aliado para diversos professores, como uma ferramenta conciliadora do estudo e conseqüentemente da aprendizagem de conceitos abstratos que a Física possui, mas apesar de ter-se configurado como um aparelho que acumula e maneja diversas informações, a sua aplicação como dispositivo pedagógico, não se dá de forma plena.

No intuito de instigar a aprendizagem com a utilização do computador, utilizam-se softwares como instrumentos mediadores do conhecimento. De acordo com Sanches e Schimiguel (2012), os objetos de aprendizagem (OA) são recursos utilizados por muitos professores para tornar as aulas interativas e dinâmicas a assim ajudar os alunos a apropriar-se de conceitos de forma inteligível e eficiente.

Os OA conseguem proporcionar uma educação contínua e reforça a aprendizagem significativa, são mais práticos e objetivos do que um livro, já estão prontos, são mais fascinantes, de fácil acesso, navegabilidade, instalação e fazem com que a linguagem não seja exaustiva para o aluno.

Com este pensamento, o objetivo geral desenvolvido neste trabalho, foi à criação de um produto educacional que permitisse ao professor de Física abordar um tema pouco desenvolvido em sala de aula: a Física da Atmosfera no Ensino Médio, e que de forma interativa, dinâmica e prática utilizasse o computador para auxiliá-lo, e, além disso, pudesse abordar outros conteúdos de Física.

Assim, foi desenvolvido um software, com o tema Física da Atmosfera. O software além de ensinar de forma interativa sobre a Atmosfera utilizando conceitos físicos aborda também outros conteúdos de Física, deixando o aprendizado fácil e ajudando a entender conceitos abstratos que por muitas vezes não são de fácil compreensão para uma boa quantidade de estudantes. O software também consegue relacionar a Física com outras ciências, como a Biologia e a Química, além de trabalhar em conjunto com a Geografia.

O tema Física da Atmosfera foi escolhido devido às transformações que o nosso planeta vem sofrendo pela ação humana, principalmente no que diz respeito às mudanças climáticas, de acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, tratando de temas como aquecimento global e efeito estufa. Então, procurou-se abordar a Atmosfera desde a sua origem, funções e composição utilizando conceitos físicos sem fugir da interdisciplinaridade com outras ciências. Outro fator importante ao se fazer um estudo sobre a atmosfera foi a desmistificação de falsas verdades que a envolvem, levantando questionamentos do tipo: O efeito estufa é integralmente prejudicial a nossa existência? As mudanças climáticas acontecem devido à emissão de gás carbônico em nossa atmosfera? O que o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas está propondo para aos governantes quanto à questão da poluição atmosférica? O que os países têm feitos para reduzir a emissão de gases que intensificam o efeito estufa?

Essas indagações buscam trabalhar no aluno uma aprendizagem significativa crítica/subversiva, defendida por Marco Antonio Moreira em seu livro Teorias da Aprendizagem (2014), do Grupo Editorial Nacional, onde o professor trabalha com o aluno o que ele já conhece e o torna um ser questionador, crítico, que aprende a responder perguntas com novas perguntas.

Os objetivos específicos foram:

- ❖ Investigar o que diz a Lei (LDB) e os PCN's sobre o ensino da Física da Atmosfera no Ensino Médio;
- ❖ Realizar uma revisão de literatura sobre o tema Física da Atmosfera;
- ❖ Elaborar um manual de apoio didático com o objetivo de auxiliar os professores em sua prática docente.
- ❖ Validar o Objeto de Aprendizagem junto aos professores quanto a sua utilização para as aulas de Física.

Assim, no referido trabalho, procurou-se investigar o que diz a Lei sobre o ensino da Física da Atmosfera no Ensino Médio e a forma que os livros didáticos abordam-na, pois poucos são os trabalhos que propõem alguma metodologia de ensino e aprendizagem no que diz respeito ao ensino de Física da Atmosfera na escola atual.

Baseando-se nos documentos oficiais como a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN'S), procurou-se apontar a necessidade de



um ensino pautado no desenvolvimento, onde os conteúdos constroem competências cognitivas priorizando assim as informações e tecnologias atuais.

Assim, ao sondar sobre o ensino das Ciências Naturais (Física, Química e Biologia), constatou-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) que dentre os temas estruturadores escolhidos em Física, nenhum trata diretamente sobre o estudo da Física da Atmosfera. O que se verifica, é a relação do estudo dessa Física com outros temas apresentados e se, por um acaso, o professor sentir interesse em abordar sobre a Física da Atmosfera, deve alinhá-lo a outros temas já definidos nos Parâmetros Curriculares Nacionais. Em Biologia também se repete a falta de um tema específico sobre a Atmosfera, pois o referido termo não aparece diretamente no Currículo, fazendo apenas uma relação com outros conteúdos. Porém na Química há um tema estruturador específico, denominado Química e Atmosfera, sugerindo o estudo desde a composição química da atmosfera, discussão dos meios materiais retirados da atmosfera na utilização de outros produtos para completar as necessidades humanas, interações da atmosfera com os seres animados e inanimados, problematização ambiental, socioeconômica e política, oriundas da intervenção humana e interações dos ciclos biogeoquímicos presentes na atmosfera.

Diante do exposto, questiona-se qual a razão de não se ter um tema estruturador específico sobre a Física da Atmosfera e a partir deste serem trabalhados outros conteúdos de Física, e, ser apenas, um tema estruturador específico da Química.

Ainda pesquisando de que forma a Física da Atmosfera é abordada e tratada no Ensino Médio, o presente trabalho realizou uma revisão de literatura sobre o tema Física da Atmosfera, selecionando dez livros, oito destes utilizados na escola pública e dois na escola particular. A escolha dos livros da escola pública foi realizada de acordo com o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2015, que tem durabilidade de dois anos e a seleção da escola particular se deu por ser um dos livros mais utilizados atualmente e de editoras renomadas, avaliando assim quais destes tratavam diretamente e indiretamente o referido tema.

Além da revisão literária, elaborou-se um manual de apoio didático com o objetivo de auxiliar os professores em sua prática docente e inquiriu validar o Objeto de Aprendizagem junto aos mesmos quanto a sua utilização para as aulas de Física.

O Manual de Instrução é dividido em três etapas. A primeira etapa faz um resumo sobre o conteúdo abordado no software, a segunda etapa orienta de como fazer a

instalação do programa Adobe Flash Player (programa usado para processar o software) e a terceira etapa fornece orientações para a utilização do software Física da Atmosfera.

Assim após a leitura do Manual, foi aplicado um instrumento de coleta de dados empregado nesta investigação baseando-se em um questionário de 26 questões a 48 professores, mestrandos do polo de Quixadá e Mossoró, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). O instrumental baseia-se em três etapas, divididas em: identificação, questionário e aceitação do software. As questões são relativas às percepções dos professores quanto ao ensino da Física da Atmosfera no Ensino Médio e a utilização do objeto de aprendizagem (software) criado para este fim.

A primeira etapa da pesquisa visa conhecer o público alvo quanto a sua identificação profissional e acadêmica, a segunda etapa, dividida em duas fases, procurou averiguar a formação do docente e o ensino da Física da Atmosfera no Ensino Médio, analisando a importância desse conteúdo aos discentes, diagnosticando como os livros didáticos utilizados pelos professores participantes abordam o referido conteúdo e requestou que o professor indicasse em quais séries do Ensino Médio seria possível trabalhar os conteúdos de Física da Atmosfera, e, por fim, a terceira etapa, procurou validar o software desenvolvido para o ensino da Física da Atmosfera, indagando-os de que forma fariam isso, se o aluno teria interesse em aprender Física da Atmosfera através deste objeto de aprendizagem, se o software poderia desenvolver no aluno uma motivação para aprender outros conteúdos de Física, e se o mesmo conhecia algum software que abordasse a Física da Atmosfera. E finalmente, solicitou ao professor participante que expressasse a sua opinião geral e o que poderia ser melhorado no referido objeto de aprendizagem.

Logo, o que se pretende neste trabalho, com a criação do software Física da Atmosfera, é que os alunos do Ensino Médio sintam-se motivados a aprender Física, uma física moderna, ligada ao seu cotidiano e a sua realidade. Então é necessário que os professores inovem-se, mergulhem em novas formas de ensino e aprendizagem e deixem seus alunos apaixonados por esta Ciência fantástica.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 OBJETOS DE APRENDIZAGEM (OA)

Aprender Física tem se retornado uma tarefa difícil entre os alunos do Ensino Médio e ensiná-la tem se tornado uma tarefa árdua para muitos professores.

Para muitos estudantes, o estudo da Física, não passa de uma disciplina na qual apenas se decora fórmulas, cujas origens e finalidades não são conhecidas, resolução de exercícios repetitivos e conteúdos baseados apenas em Leis.

Tentando então mudar este pensamento e o ensino tradicionalista, muitos professores tem procurado tornar o Ensino de Física mais agradável, utilizando assim a tecnologia a seu favor.

Para Tarouco et al (2004), o surgimento da Internet trouxe a disseminação de tecnologias de informação e comunicação, ampliando assim a infra estrutura para o desenvolvimento do ensino e do aprendizado, oferecendo novas ferramentas tecnológicas, incluindo plataformas de *hardware*<sup>1</sup> e *software*<sup>2</sup>.

Segundo Audino e Nasimento (2010), o uso da tecnologia é um processo de transformação e as principais transformações tecnológicas podem resultar em mudanças de todo um paradigma.

E essa mudança está ocorrendo exatamente na educação, visando melhorar o processo de ensino e aprendizagem, as escolas estão se equipando e aderindo ao uso do computador e da *Internet*, apoiando-se em recursos oriundos dessa nova tecnologia.

Um desses recursos que estão sendo bastante utilizados, apoiados e estimulados pela educação são os Objetos de Aprendizagem (abreviado no português de OA), do inglês Learning Objects (LOs) (IEEE/LTSC, 2000). Também podem ser chamados de “objetos educacionais” (TAROUCO. FABRE; TAMUSIUNAS, 2003), “conteúdos de objetos compartilháveis” (ADL, 2001), “objetos de conhecimento” (MERRIL, 2000), “objetos de comunicação” (MUZIO, 2001), “objetos de aprendizado” (BETTIO; MARTINS, 2004), entre outros termos que designam esse tipo de material.

---

<sup>1</sup>Conjunto dos equipamentos físicos que compõe um computador (dispositivos eletrônicos, monitor, placas, teclado etc.)

<sup>2</sup>Conjunto dos elementos que, num computador, compõe o sistema de processamento de dados; todo programa que se encontra armazenado no disco rígido.

### 2.1.1 Algumas definições

Na atualidade, os OA permitem modernizar o aprendizado em sala de aula, fazendo com que o aluno consiga perceber fenômenos que não são palpáveis. Assim, além de reduzir os custos de materiais em sala de aula, os Objetos de Aprendizagem conseguem potencializar e reestruturar práticas educacionais, criando novas formas de ensino, interação, comunicação e informação.

Muitos são os trabalhos sobre essa temática, no entanto, não há um consenso quanto à definição do termo Objetos de Aprendizagem.

Para Audino e Nascimento,

Definimos objetos de aprendizagem como sendo recursos digitais dinâmicos, interativos e reutilizáveis em diferentes ambientes de aprendizagem elaborados a partir de uma base tecnológica. Desenvolvidos com fins educacionais, eles cobrem diversas modalidades de ensino: presencial, híbrida ou à distância; diversos campos de atuação: educacional formal, corporativa ou informal. (AUDINO E NASCIMENTO, 2009, p. 141).

Tavares (2010) trata os OA como uma animação interativa e destaca que esta “é uma ferramenta pedagógica utilizada para criar a imagem de um fenômeno físico, construída em consonância com um modelo aceito pela comunidade acadêmica”.

Neste mesmo contexto, Antonio Junior e Barros (2005) “referem-se aos objetos de aprendizagem como recursos digitais, que são usados, reutilizados e combinados com outros objetos para formar um ambiente de aprendizado rico e flexível.”

Para Gutierrez (2004), no entanto, um objeto de aprendizagem pode ser todo o objeto que é utilizado como meio de ensino/aprendizagem, fugindo da definição de outros autores de que todo objeto de aprendizagem é necessariamente um instrumento digital ou virtual. Portanto, a utilização de maquetes, cartazes, canções, filmes, livros, jornais, além da internet e simuladores, são considerados OA, podendo ser reutilizados e modificados.

Para Tarouco, et al (2004) os objetos de aprendizagem são materiais que servem de apoio educacional para o processo ensino-aprendizagem, estes podem ser definidos, de acordo com Fabre, et al (2003):

[...] como qualquer recurso, complementar ao processo de aprendizagem, que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem. [...] A ideia básica é a de que os objetos sejam como blocos com os quais será construído o contexto de aprendizagem. [...]

Para o Comitê de Padrões de Tecnologia de Aprendizagem (Learning Technology Standards Committee – LTSC) do Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE), define-se OA's como “qualquer entidade, digital ou não digital, que possa ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado suportado por tecnologias” (IEEE, 2005).

O que se percebe diante da definição acima, é que nesse contexto, qualquer recurso pode ser considerado um OA, bastando apenas dar um suporte tecnológico no aprendizado do indivíduo/aluno.

Para a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFP), na qual esta possui um site explicitando a revisão de conceitos, dos quais entre estes está o conceito de Objeto de Aprendizagem, procura esclarecer sob que aspectos os conceitos estão sendo utilizados. Assim a UTFP, conceitua OA da seguinte maneira:

Um objeto de aprendizagem pode ser qualquer recurso, digital ou não, utilizado pelo sujeito no seu processo de aprendizagem. Como o termo foi forjado a partir da integração das áreas de conhecimento de informática e educação, o termo vem com a carga de significado da Orientação a Objetos, porém, sem agregar todos seus aspectos específicos. Características como reusabilidade<sup>3</sup> e modularidade<sup>4</sup> são os requisitos mínimos que conseguiram manter-se na conversão. Da educação herdou o conceito de que o objeto não é só o recurso em si, mas também, agrega a metodologia para o qual foi elaborado. Sendo assim, um objeto de aprendizagem contém, além do objeto em si, uma forma de utilização, uma finalidade de aplicação, e está associado a uma forma de avaliação. (<http://www.utfpr.edu.br/estrutura> –

---

<sup>3</sup>Principal característica de um objeto de aprendizagem, pois este deve permitir o seu uso em diferentes ambientes de aprendizagem. Tal característica é posta em prática por meio de repositórios, que armazenam os objetos, permitindo que sejam localizados através da procura por temas, nível de dificuldade ou por autor.

<sup>4</sup>Trata-se da maneira como deve ser apresentado um objeto: módulos independentes e não-sequenciais, podendo ser utilizado em conjunto com outros recursos e em diferentes contextos.

[universitaria / pro - reitorias/prograd/cotedu/recursos-educacionais-digitais/conceitos/apresentacao#Início](#)).

Assim verifica-se que o objeto é desenvolvido com a finalidade de que a aprendizagem do sujeito/aluno ocorra, visando uma melhor compreensão do conteúdo abordado de forma dinâmica e interativa.

### **2.1.2 Utilização dos OA**

As dificuldades existentes no ensino tradicional, a pouca ou inexistência utilização de laboratórios e um ensino exclusivamente tecnicista, distanciam e desmotivam o aluno em sala de aula. Em vista a grande gama de sites, blogs, redes sociais, entre outros meios, o aluno não se sente atraído em aprender conteúdos que ele considera desnecessário.

Um dos maiores desafios enfrentados pelos professores, principalmente da área de Ciências, é o de descobrir formas diferentes para transmitir o conhecimento sobre determinado conteúdo. Com a evolução da tecnologia, os professores têm buscado alternativas em recursos tecnológicos, principalmente com o uso da internet, procurando ferramentas que possam ajudá-los a transmitir esse conhecimento, fazendo com que o aluno apresente interesse em estudar e conhecer mais sobre determinado conteúdo ou tema.

São poucos os alunos que conseguem desenvolver a capacidade de abstração, e consequentemente possuem grande dificuldade no aprendizado das Ciências Naturais, principalmente no ramo da Física, logo, as utilizações dos Laboratórios Virtuais visam oferecer simulações e animações, que potencializam o aprendizado, sendo aliados indispensáveis na exposição de fenômenos naturais, tornando o processo pedagógico mais simples e direto.

A utilização de ferramentas computacionais como os AO, tornam as aulas mais interativas e dinâmicas, auxiliando o professor no ensino e ajudando os alunos na assimilação de conceitos considerados difíceis e abstratos de uma forma bastante simples.

A reutilização dos objetos de conhecimento possibilita que um mesmo objeto educativo possa ser utilizado em diversos contextos, atendendo o interesse e se adequando a cada grupo de alunos.

Os objetos de aprendizagem proporcionam uma formação continuada de grande valor e intensifica a aprendizagem significativa, são mais claros e objetivos que um livro, já encontram-se prontos, são mais atraentes, fáceis de navegar, de fácil instalação, fazem com que a linguagem e a navegabilidade não tornem a aula cansativa, possuem objetivos específicos bem definidos e fazem com que o aluno seja um protagonista do seu aprendizado. Segundo Vasconcelos, et al (2008), em geral, os OA abrangem conteúdos tecnológicos, como simulações, onde é possível o ensino da Física.

Os efeitos visuais das animações interativas são usadas para mostrar simbolicamente a informação que está sendo transferida aos conceitos pré-existentes, tonando essa informação acessível a um maior número de alunos.

Segundo Tavares (2010, p. 15) “as animações interativas facilitam a compreensão na medida em que possibilita ao estudante visualizar a representação matemática de um modelo da Natureza.”

Para Santos, Alves e Moret (2006, p. 59) “essa ferramenta pedagógica é de grande valia para o aumento da percepção do aluno, pois pode incorporar a um só momento, diversas mídias: escrita, visual e sonora.”

Percebe-se então, que os objetos educacionais, proporcionam o aprendizado mediante a utilização de diferentes mídias digitais, onde o professor deve assumir um caráter de mediador, desempenhando um papel de participação na construção do conhecimento e o aluno de protagonista, ser ativo dentro do processo de ensino/aprendizagem.

É importante salientar que os professores explorem todas as possibilidades oferecidas pelos objetos educacionais, para que conhecimento e conceito possam integrar-se, oferecendo assim um nível de interação mútua.

Os objetos de aprendizagem podem ser aplicados de diversas maneiras, entre elas, segundo Oliveira e Medina (2007), como forma coletiva ou individual na fixação de determinado conteúdo, como complemento de uma atividade de sala/casa ou quanto para a elaboração de uma aula completa (com guias de atividades pedagógicas que explicitem a utilização do objeto).

## 2.2 O USO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA DE MOREIRA

A definição de aprendizagem significativa configura-se pela relação de um conhecimento pré-existente com um novo conhecimento, ou seja, o aprendiz adquire um conhecimento com novos significados que se ancoram de forma não-arbitrária e substantiva ao conhecimento prévio, deixando-o mais implementado, mais facetado e mais diversificado em termos de novos conteúdos.

Para David Ausubel a aprendizagem significativa circunda a construção de novos significados, o conhecimento prévio é o termo que mais predomina sobre a aprendizagem, o indivíduo aprende a partir do que já se dispõe em sua estrutura intelectual no qual os novos conceitos devem ser dispostos de forma lógica e coerente e o aluno deve compreender a essência e o significado do que se ensinou.

Assim o indivíduo constrói e produz novos conhecimentos, aonde os significados vão sendo captados e internalizados progressivamente a partir do que já se dispõe em seu cognitivo.

Aprendizagem significativa é aprendizagem com significado, compreensão, sentido, capacidade de transferência; oposta à aprendizagem mecânica, puramente memorística, sem significado, sem entendimento; dependente essencialmente do conhecimento prévio do aprendiz, da relevância do novo conhecimento e de sua predisposição para aprender. Essa predisposição implica uma intencionalidade da parte de quem aprende. Esta, por sua vez, depende da relevância que o aprendiz atribui ao novo conhecimento (RODRÍGUEZ PALMERO et al., 2008, p. 28).

Apesar da evolução na educação, o discurso educacional ainda se baseia em ensinar e transmitir o conhecimento de forma desestimulada e descontextualizada, a escola não fomenta o “aprender a aprender”, e não permite ao indivíduo lidar de forma útil com as mudanças que o cercam.

No entanto, Marco Antonio Moreira, defende uma aprendizagem significativa, mas com uma atividade crítica, subversiva, na qual o aluno possa ter uma predisposição para aprender e perceber como relevante e importante o novo conhecimento, obtendo uma postura crítica como estratégia para subsistir na sociedade contemporânea.



Para Moreira (2014, p. 226): “Aprendizagem significativa crítica é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte da sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela.”

Moreira defende que:

é através dessa aprendizagem que ele (aluno) poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo. Por meio dela, poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a idéia de que o conhecimento é construção (ou inversão) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente. (MOREIRA, 2014, p. 226)

Baseado-se nos princípios de Ausubel e tendo como referência as ideias propostas por Postman e Weingartner, Moreira propõe nove princípios para facilitar a aprendizagem significativa crítica, podendo ser implementado em sala de aula de forma subversiva. São elas:

1. Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas.
2. Princípio da não centralidade do livro de texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos. Da diversidade de materiais instrucionais.
3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador.
4. Princípio do conhecimento como linguagem.
5. Princípio da consciência semântica.
6. Princípio da aprendizagem pelo erro.
7. Princípio da desaprendizagem.
8. Princípio da incerteza do conhecimento
9. Princípio da não utilização do quadro-de-giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino.

Diante da ferramenta cognitiva utilizada para internalizar o conhecimento sobre a Física da Atmosfera, corroborando com os princípios propostos por Moreira, destacam-se dentre os nove, três princípios que são abordados no decorrer deste trabalho.

O princípio 1 trabalha o aluno como ser questionador, o conhecimento produzido em responder perguntas com novas perguntas, ou seja, aprender/ensinar

perguntas ao invés de respostas. Como sugere Moreira (2014, p. 228), “uma vez que se aprende a formular perguntas, aprende-se a aprender e ninguém mais pode impedir-nos de aprendermos o que quisermos”. Esse tipo de aprendizagem ajuda aluno e professor a tornarem-se curiosos, perceber falsas verdades, dialogar, pesquisar, tendo uma postura indagadora e não passiva.

Assim, ao se trabalhar com o software Física da Atmosfera em sala de aula, professor e aluno podem levantar questionamentos do tipo: Qual a importância do Efeito Estufa para a nossa evolução? Ele é bom ou ruim? O Efeito Estufa é o responsável pelas muitas Mudanças Climáticas que o nosso planeta vem sofrendo? Existem afirmações contrárias? É possível ocorrer mudanças na sociedade para que o planeta possa existir por mais tempo? O que pode ser feito para melhorar o meio em que vivo?

Tais questionamentos trabalham a aprendizagem significativa crítica, defendida por Moreira, onde professor e aluno poderão debater e se tornarem curiosos quanto à teoria do conhecimento. Evidentemente, essa aprendizagem não decorre apenas em aprender a questionar.

O princípio 2, defende o uso de outros materiais educativos e da não centralidade de livros textos. O livro ainda hoje representa um símbolo de conhecimento e de verdades absolutas. Professor e aluno se apoiam com exagero sobre este, onde o conhecimento é absorvido sem nenhum questionamento. Para Moreira (2014, p. 229) “a utilização de materiais diversificados, e cuidadosamente selecionados, ao invés da centralização em livros textos é também um princípio facilitador da aprendizagem significativa crítica.”

Assim, a utilização de AO em sala de aula, possibilita a percepção visual de alguns conceitos abstratos que o livro não consegue mostrar e que poucos alunos conseguem perceber. O software Física da Atmosfera possui animações interativas estruturadas de modo a facilitar a percepção das características mais gerais sobre o tema proposto e incorpora a exploração/curiosidade utilizando hipertextos e hiperlinks.

E por fim, o princípio 9, que defende a não utilização do quadro, a participação do aluno e a diversidade de estratégias de ensino. Este princípio complementa o segundo e preserva a participação ativa do aluno, propiciando um ensino concentrado no estudante e assim promovendo uma aprendizagem significativa crítica. Segundo Moreira (2014, p. 239) “não é preciso buscar estratégias sofisticadas. [...], o uso dessas

estratégias de ensino facilita tanto a implementação dos demais princípios em sala como a atividade mediadora do professor”.

No software Física da Atmosfera, a estratégia de ensino utilizada é bastante simples, trabalhando o assunto de forma contextualizada e dinâmica, utilizando um OA, com textos e animações, além de vídeos e simulações, fazendo com que o aluno possua uma participação ativa no seu aprendizado.

Para Moreira a aprendizagem significativa crítica, ou subversiva, procura preparar o aluno para uma sociedade movida pelas mudanças tecnológicas, valores e conceitos, tornando professor e aluno questionadores e seres não passivos, buscando aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas, aprender a partir de distintos materiais educativos e de distintas estratégias de ensino.

Vale ressaltar ainda nesta teoria, que Moreira enfatiza o aprendizado e o ensino, mas não descarta o currículo, o contexto e a avaliação. Essas são de suma importância para os princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica e sem esta a prática e a aprendizagem escolar podem continuar mecanicistas, talvez significativa, mas não subversiva, como proposta na teoria.

## 2.3 O ENSINO DA FÍSICA DA ATMOSFERA NO ENSINO MÉDIO

### 2.3.1 O que diz a LDB e os PCN's.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394, promulgada em 20 de dezembro de 1996, como o próprio nome já sugere, relaciona as diretrizes e as bases gerais da organização do sistema educacional. Esta passou por muitas atualizações, onde a última atualização ocorreu em março de 2017, por meio da Lei nº 13.415<sup>5</sup>, fazendo referência ao Novo Ensino Médio em Tempo Integral.

A LDB engloba os mais diversos tipos de educação como: educação infantil, educação fundamental, ensino médio, educação especial, indígena e a distância. Visa uma educação mais humanitária e preocupa-se com a formação do cidadão.

O Artigo 1 e os incisos 1 e 2, deixam bem claro, o papel da LDB para a sociedade quanto ao sistema educacional:

Art. 1º A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais.

§ 1º Esta lei disciplina a educação escolar, que se desenvolve, predominantemente, por meio do ensino, em instituições próprias.

§ 2º A educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social. ([http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/proen/ldb\\_11ed.pdf](http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/proen/ldb_11ed.pdf))

No artigo 35, a LDB faz referência à etapa final da educação básica: o Ensino Médio, com duração de três anos, expondo as seguintes finalidades:

I - a consolidação e o *aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental*, possibilitando o prosseguimento de estudos;

---

<sup>5</sup>Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1o de maio de 1943, e o Decreto-Lei no 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei no 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral.

II - a *preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando*, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III - o *aprimoramento do educando como pessoa humana*, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV – a *compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos* dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.  
(LDB – 11ª edição, atualizada até 19/03/2015, p. 24)

Percebe-se uma preocupação e uma necessidade de se alinhar a teoria com a prática. O aluno precisa perceber os fenômenos naturais (físicos / químicos / biológicos) que ocorrem ao seu redor e utilizar esse conhecimento em prol do seu bem estar e da sociedade ao qual este faz parte.

Com base neste contexto, o Artigo 36 (LDB, nº 9.394, 1996.), trata do currículo no Ensino Médio, fazendo referência ao Artigo 22: “A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”, e as seguintes diretrizes:

I – destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania;

II – adotará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes;

III – será incluída uma língua estrangeira moderna, como disciplina obrigatória, escolhida pela comunidade escolar, e uma segunda, em caráter optativo, dentro das disponibilidades da instituição; 48

IV – serão incluídas a filosofia e a sociologia como disciplinas obrigatórias em todas as séries do ensino médio.

§ 1º Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre:

I – domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;

II – conhecimento das formas contemporâneas de linguagem;

§ 3º Os cursos do ensino médio terão equivalência legal e habilitarão ao prosseguimento de estudos.

(LDB – 11º edição, atualizada até 19/03/2015, p. 24 e 25)

Assim, partindo dos princípios expostos pela LDB, foi possível a criação de um novo perfil para o currículo do aluno do Ensino Médio: os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) em consequência com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais conhecidos como PCN+, ambos buscando programar e contribuir para as reformas educacionais, ajudando assim, as escolas em práticas educativas, de organização dos currículos e estabelecendo temas estruturadores do ensino disciplinar por área.

A necessidade dos PCNEM e PCN+ quanto à atualização do currículo, deve-se ao fato, de que este se encontrava descontextualizado, visando apenas acúmulo de informações ao aluno, sem nenhuma aplicação prática ao seu cotidiano. O aluno necessita de uma formação voltada para a aquisição de conhecimentos que lhe garanta utilidade no futuro, preparação científica e capacidade para utilizar as diferentes tecnologias a seu favor e para sua formação. Propõe-se, no nível do Ensino Médio, a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização. (BRASIL, 2000, p.5)

Então, neste contexto de eterno aprendizado e modificador da sociedade em que vive, o aluno do Ensino Médio necessita compreender sobre os fenômenos físicos que os cercam como, por exemplo: o estudo da atmosfera, o efeito estufa, aquecimento global, mudanças climáticas, entre outros fenômenos que interferem diretamente no modo de vida destes.

Assim para os PCNEM, não se pode apenas reproduzir dados, identificar símbolos é necessário:

- saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir;
- enfrentar problemas de diferentes naturezas;
- participar socialmente, de forma prática e solidária;
- ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e,
- especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado.

(PCN+, p 9 )

Uma das áreas estabelecidas pelos PCNEM para o aluno do Ensino Médio é o estudo das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. A aprendizagem das Ciências da Natureza requer um conhecimento do mundo físico e natural, procurando aproximar o estudante da ciência e da tecnologia, além da “compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos, para explicar o funcionamento do mundo, bem como planejar, executar e avaliar as ações de intervenção na realidade.” (PCN, 2000, p. 20).

No estudo das Ciências da Natureza as disciplinas abordadas são: Biologia, Física e Química. Cada disciplina é composta por conhecimentos, competências, disciplinas e temas estruturadores que são determinados nos PCNEM e PCN+.

As três competências abordadas nos PCNEM são gerais ao estudo das Ciências da Natureza. São elas (PCNEM, p. 11-13):

- a) Representação e comunicação: desenvolver a capacidade de comunicação;
- b) Investigação e compreensão: Desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções. Desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender.
- c) Contextualização sócio-cultural: Compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático.

Assim, será discorrido nas páginas seguintes deste trabalho, de que forma o ensino da Física da Atmosfera está interligada as essas disciplinas, em qual tema estruturador encontra-se inserida e a competência e a área abordada.

### *2.3.1.1 O ensino da Atmosfera na Biologia*

Na disciplina de Biologia o aluno necessita dominar os conhecimentos biológicos para debater, compreender e participar, além de dar continuidade a sua existência ao modo de como interage com o meio ambiente, extraindo dele a sua sobrevivência.

Estudar Biologia permite ao aluno perceber o mundo em que vive, observar e explicar os fenômenos biológicos, conhecer os seres vivos, estudar a saúde, seu corpo e sua sexualidade, além de ampliar o seu conhecimento sobre os recursos e avanços

tecnológicos. De acordo com os PCNEM, conhecer sobre a vida e a humanidade propiciam ao estudante se dispor diante de questões polêmicas como a degradação ambiental, a ocupação urbana desordenada, o aquecimento global, entre outros fenômenos.

Assim dentre as competências ao estudo da atmosfera destaca-se na Investigação e Compreensão em Biologia: Relacionar entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Competência ao estudo da atmosfera em Biologia

<b>Investigação e Compreensão</b>	
<b>Na área</b>	<b>Em Biologia</b>
<b>Relacionar entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas</b>	
Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	Relacionar conceitos da Biologia com os de outras ciências, como os conhecimentos físicos e químicos, para entender processos como os referentes à origem e à evolução da vida e do universo ou o fluxo da energia nos sistemas biológicos; os conhecimentos geográficos e históricos para compreender a preservação ou a destruição dos ambientes naturais e mesmo para compreender a produção do próprio conhecimento biológico.

Fonte: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>  
PCN+, p. 39.

Em relação aos temas estruturadores do ensino de Biologia (PCN+, p. 41) são sintetizados seis temas:

1. Interação entre os seres vivos.
2. Qualidade de vida das populações humanas.
3. Identidade dos seres vivos.
4. Diversidade de vida.
5. Transmissão da vida, ética e manipulação gênica.
6. Origem e evolução da vida.



Dentre esses seis temas, procura-se compreender como a vida se organiza, interagem, reproduz e evolui, não só em virtude dos processos naturais, mas devido à atividade humana a ao emprego de recursos tecnológicos.

Assim, entre os seis temas abordados, o professor pode tratar o ensino da Atmosfera sobre a temática do tema 6: Origem e evolução da vida. Neste tema, são tratados: as origens da vida, da Terra, do Universo e do próprio ser humano. O professor pode levantar questões de como a atmosfera interviu em nossa evolução e principalmente no Universo, pois habitamos um planeta que proporciona as condições adequadas para a nossa existência e evolução.

Além de tratar de temas que são decorrentes do estudo da Atmosfera, o professor também pode abordar os benefícios, prejuízos e as transformações do meio ambiente sobre a atmosfera, além dos fatores causados pela espécie humana, podendo levantar questionamentos de como eram os primeiros seres vivos, como o consumo de oxigênio impactou na atmosfera primitiva e refletir sobre o papel do homem na transformação do ambiente e na manutenção do planeta.

O tema 6 pode ser tratado no 3º ano do Ensino Médio, pois os alunos já usufruem de um olhar biológico do mundo vivo. No entanto, de acordo com o PCN+, o professor pode optar em abordar estes temas no 1º ano do ensino Médio.

O que se percebe na disciplina de Biologia é que, o termo Atmosfera não aparece explícito no Currículo. Os PCN+ apenas trata o tema principal, que no caso, pode ser trabalhado dentro do tema Origem e Evolução da Vida, deixando a cargo da escola e do professor os subtemas a serem abordados.

#### *2.3.1.2 O ensino da Atmosfera na Química*

Na disciplina de Química, o aluno passa a ser um instrumento do conhecimento químico, promovendo, interpretando e intervindo na realidade e no mundo.

De acordo com as Orientações Educacionais Complementares dos Parâmetros Curriculares Nacionais, o aprendizado de Química no ensino médio “[...] deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas”. (PCN+, p. 87)

Dentre as competências para o estudo da Atmosfera na Ciência Química destacam-se os domínios da **representação e comunicação**, que envolve a leitura, interpretação e nomenclatura de códigos, além da busca de informações, produção e análise de textos; e da **contextualização sócio-cultural**, ou seja, a inclusão do conhecimento no aspecto econômico, social e cultural.

A Tabela 2 mostra as competências e as áreas em Química ao qual se pode relacionar o estudo da Atmosfera.

Tabela 2 – Competências ao estudo da atmosfera em Química

<b>Representação e comunicação</b>	
<b>Na área</b>	<b>Em Química</b>
<b>Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia</b>	
Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selecionar e fazer uso apropriado de diferentes linguagens e formas de representação, como esquemas, diagramas, tabelas, gráfico, traduzindo umas nas outras. Por exemplo, traduzir em gráficos informações de tabelas ou textos sobre índices de poluição atmosférica em diferentes períodos ou locais</li> </ul>
Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados em diferentes meios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar e interpretar diferentes tipos de textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico químico; por exemplo, interpretar informações de caráter químico em notícias e artigos de jornais, revistas e televisão, sobre agrotóxicos, concentração de poluentes, chuvas ácidas, camada de ozônio, aditivos em alimentos, flúor na água, corantes e reciclagens.</li> </ul>
<b>Contextualização sócio-cultural</b>	
<b>Na área</b>	<b>Em Química</b>
<b>Ciência e tecnologia na atualidade</b>	
Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer aspectos relevantes do conhecimento químico e suas tecnologias na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente, por exemplo, o uso de CFC – cloro-flúor-carbono –, de inseticidas e agrotóxicos, de aditivos nos alimentos, os tratamentos de água e de lixo, a emissão de poluentes que aumentam o efeito estufa na atmosfera.</li> <li>• Articular, integrar e sistematizar o</li> </ul>

---

	conhecimento químico e o de outras áreas no enfrentamento de situações-problema; por exemplo, identificar e relacionar aspectos químicos, físicos e biológicos da produção e do uso de metais, combustíveis e plásticos, além de aspectos sociais, econômicos e ambientais.
--	---

---

**Ciência e tecnologia, ética e cidadania**

---

Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania	Compreender e avaliar a ciência e tecnologia química sob o ponto de vista ético para exercer a cidadania com responsabilidade, integridade e respeito; por exemplo, no debate sobre fontes de energia, julgar implicações de ordem econômica, social, ambiental, ao lado de argumentos científicos para tomar decisões a respeito de atitudes e comportamentos individuais e coletivos.
--	---

---

Fonte: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>  
PCN+, p. 89-93.

Quanto aos temas estruturadores, tendo como alvo o estudo das transformações químicas, onde ocorrem às demandas naturais e tecnológicas, são sugeridos nove temas estruturadores, dentre eles um se destaca pelo ensino da Atmosfera em si, denominado Tema 5: Química e atmosfera.

De acordo com o PCN+, esse tema tem:

[...] como fio condutor a sobrevivência do ser humano, sob a ótica do conhecimento químico. Entender como o ser humano vem se utilizando e se apropriando do mundo natural exige o estabelecimento de relações entre os muitos campos do saber, de maneira que o olhar da Química não exclui, ao contrário, necessita de constante interação com conhecimentos da Biologia, Astronomia, Física, História, Geografia, Geologia e até mesmo da Economia, Sociologia e Antropologia. (PCN+, p. 94)

O tema estruturador: Química e atmosfera, trata das ligações entre o homem (com seu mundo físico) e a atmosfera. Sugere-se iniciar o estudo desse tema, de acordo com os PCN+, da seguinte maneira:

- a) composição química da atmosfera (desde sua origem a atualmente);
- b) discussão dos meios materiais retirados da atmosfera na utilização de outros produtos para completar as necessidades humanas.

- c) interações da atmosfera com os seres animados e inanimados;
- d) problematização ambiental, sócio-econômica e política, oriundas da intervenção humana;
- e) interações dos ciclos biogeoquímicos presentes na atmosfera.

Assim é possível ao aluno e professor, associar o estudo deste tema ao acréscimo de competências como: captar o comportamento dos gases na atmosfera; entender a poluição atmosférica, considerar, avaliar e julgar decisões sobre esta; além de investigar e pesquisar textos que possam expor problemas quanto à atmosfera.

As unidades temáticas do tema estruturador a Química e atmosfera, são enumeradas da seguinte maneira, de acordo com os PCN+ (p. 100 e 101), estruturadas na Tabela 3:

Tabela 3 - Unidades temáticas do ensino da atmosfera na Química

<b>Unidades temáticas</b>	
1. Composição da Atmosfera: origem e composição atual da atmosfera nas diferentes regiões do planeta; relações entre pressão, temperatura e vida humana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer as idéias sobre a evolução da atmosfera terrestre e sua composição atual.</li> <li>• Compreender como variações da pressão e temperatura atmosféricas e solubilidade de gases afetam a vida humana.</li> </ul>
2. A atmosfera como fonte de recursos materiais: propriedades dos gases e separação dos componentes da atmosfera; oxigênio e seus derivados; nitrogênio e seus derivados; processos industriais e suas implicações.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer e relacionar as variáveis de estado (pressão total e parcial, volume, temperatura) para compreender o estado gasoso.</li> <li>• Compreender o processo de separação dos componentes do ar para obtenção de matéria-prima (oxigênio, nitrogênio e gases nobres).</li> <li>• Buscar informações sobre processos químicos que ocorrem nos sistemas natural e produtivo que utilizam nitrogênio ou oxigênio.</li> <li>• Avaliar a produção, o consumo e a utilização pela sociedade de materiais derivados do nitrogênio.</li> </ul>
3. Perturbações na atmosfera produzidas por ação humana: fontes e efeitos da poluição atmosférica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar informações sobre os agentes perturbadores da atmosfera e suas fontes e compreender suas transformações e seus efeitos a curto, médio e longo prazos.</li> <li>• Tomar decisões com respeito à participação individual e coletiva na busca de soluções para os problemas de poluição atmosférica.</li> </ul>

4. Ciclos biogeoquímicos na atmosfera: oxigênio, nitrogênio e gás carbônico. • Compreender como a atmosfera participa dos ciclos do nitrogênio, oxigênio e gás carbônico na natureza.

Fonte: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>  
(PCN+, p. 100 e 101)

O tema: Química e atmosfera, segundo os PCN+, pode ser abordado no 3º ano do Ensino Médio quando o aluno possui uma maior integração por temas propostos tanto pela Química quanto pela Física.

Para tratar deste tema, os PCN+ sugerem atividades complementares e recursos didáticos além do livro, como o uso do computador. A facilidade de dados encontrados na rede disponibiliza e articula a busca pela informação.

### 2.3.1.3 O ensino da Atmosfera na Física

Na disciplina de Física, o aluno deve construir uma visão voltada para a formação de um ser ativo, solidário, que intervém e participa da realidade. O estudo desta ciência deve mostrar-se como um aglomerado de conhecimentos específicos que possibilitem tratar os fenômenos naturais e tecnológicos na atualidade como no universo distante.

No entanto trabalhar a Física sozinha, sem contexto, foge às competências desta ciência. Estudá-la de forma isolada, tornam os fenômenos físicos longe da realidade do aluno, então, esta só passa a ganhar sentido quando colocada em paralelo com outras competências para a realidade destes. Assim, estudar Física, passa a ter sentido quando esta é utilizada como um instrumento para a compreensão do mundo em que vivemos.

Quanto às competências a Ciências Física no que diz respeito, ao estudo da atmosfera, pode-se relacioná-la com a investigação e compreensão além da comunicação e representação dos fenômenos físicos, de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 – Competências ao estudo da atmosfera em Física

Representação e comunicação	
Na área	Em Física
<b>Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia</b>	
Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da	• Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas

linguagem científica.	da Física, por exemplo, nas informações em embalagens de produtos, reconhecer símbolos de massa ou volume; nas previsões climáticas, identificar temperaturas, pressão, índices pluviométricos.
Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados em textos. Por exemplo, interpretar um gráfico de crescimento, ou da variação de temperaturas ambientes; compreender o esquema de uma montagem elétrica; ler um medidor de água ou de energia elétrica; interpretar um mapa meteorológico ou uma fotografia de radiação infravermelha, a partir da leitura de suas legendas.</li> </ul>
<b>Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia</b>	
Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompanhar o noticiário relativo à ciência em jornais, revistas e notícias veiculadas pela mídia, identificando a questão em discussão e interpretando, com objetividade, seus significados e implicações para participar do que se passa à sua volta.</li> </ul>
<b>Investigação e compreensão</b>	
<b>Na área</b>	<b>Em Física</b>
Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso. Assim, diante de um fenômeno envolvendo calor, identificar fontes, processos envolvidos e seus efeitos, reconhecendo variações de temperatura como indicadores relevantes.</li> </ul>
<b>Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas</b>	
Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir uma visão sistematizada dos diversos tipos de interação e das diferentes naturezas de fenômenos da física para poder fazer uso desse conhecimento de forma integrada e articulada.</li> <li>• Identificar e compreender os diversos níveis de explicação física, microscópicos ou macroscópicos, utilizando-os apropriadamente na</li> </ul>

---

compreensão de fenômenos.

- Adquirir uma compreensão cósmica do Universo, das teorias relativas ao seu surgimento e sua evolução, assim como do surgimento da vida, de forma a poder situar a Terra, a vida e o ser humano em suas dimensões espaciais e temporais no Universo.
  - Reconhecer, na análise de um mesmo fenômeno, as características de cada ciência, de maneira a adquirir uma visão mais articulada dos fenômenos.
- 

Fonte: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>  
(PCN+, p. 63-68)

Diferentemente da ciência Química, que possui um tema estruturador específico para o ensino da Atmosfera, e bem mais parecida com a ciência Biologia, a Física possui seis temas estruturadores, mas nenhum específico ao assunto Física da Atmosfera.

No entanto, ao se estudar calor, em Física, uma das competências desse conteúdo é “compreender e lidar com variações climáticas e ambientais, ou da mesma forma, com os aparatos tecnológicos que envolvem o controle do calor em ambientes.” (PCN+, p. 70). Ainda nesse contexto, o estudante precisa conhecer os benefícios do calor para o homem, além de avaliar os impactos ambientais causados por este, entre eles, o aquecimento global.

Assim, esse conteúdo, Calor, está ligado ao tema estruturador: Calor, ambiente e usos de energia; com o objetivo de se estudar fenômenos térmicos.

Entre as unidades temáticas do tema estruturador citado acima, que é possível abordar a Física da Atmosfera, estão representados na Tabela 5:

Tabela 5 - Unidades temáticas do ensino da Física da Atmosfera

<b>Unidades temáticas</b>	
1. Fontes e trocas de calor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer as propriedades térmicas dos materiais e os diferentes processos de troca de calor, identificando a importância da condução, convecção e irradiação em sistemas naturais e tecnológicos.</li> <li>• Utilizar o modelo cinético das moléculas para explicar as propriedades térmicas das substâncias,</li> </ul>

---

	associando-o ao conceito de temperatura e à sua escala absoluta.
3. O calor na vida e no ambiente	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compreender o papel do calor na origem e manutenção da vida.</li><li>• Reconhecer os diferentes processos envolvendo calor e suas dinâmicas nos fenômenos climáticos para avaliar a intervenção humana sobre o clima.</li></ul>
4. Energia: produção para uso social	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar os diferentes sistemas de produção de energia elétrica, os processos de transformação envolvidos e seus respectivos impactos ambientais, visando às escolhas ou análises de balanços energéticos.</li></ul>

---

Fonte: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>  
(PCN+, p. 73 e 74)

Este tema estruturador, de acordo com o PCN+, pode ser abordado no 1º e 2º ano do Ensino Médio em ambos os semestres.

Assim, observa-se que de acordo com os PCN+, não se tem na Ciência Física um tema estruturador para o ensino da Física da Atmosfera, um tema totalmente atual, ligado às necessidades da sociedade.

Se, por um acaso, o professor sentir interesse em abordar tal tema, deve alinhá-lo a outros temas já definidos nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

### **2.3.2 Como os livros didáticos do Ensino Médio abordam a Física da Atmosfera**

Para verificar de que forma os livros didáticos do ensino médio abordam a Física da atmosfera, serão analisados 10 livros de Física mais adotados nas escolas públicas e particulares de Fortaleza e regiões metropolitanas no estado do Ceará.

Os livros analisados da escola pública foram escolhidos de acordo com o Guia de livros didáticos, seguido pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2015, realizado no âmbito do Ministério da Educação (MEC). Este programa tem como objetivo a melhoria da Educação Básica através da liberação de livros didáticos para alunos da rede pública. Dos quatorze livros propostos pelo PNLD, foram selecionado oito e da rede de escolas particulares foram selecionado apenas dois.



Sabe-se que a utilização dos livros didáticos é de suma importância para o processo de ensino e aprendizagem, pois é um meio que interage com o aluno, estimula a pesquisa em múltiplas áreas do conhecimento e implementa a formação de leitores.

Para muitos discentes, o livro é um conjunto de informações, um pilar que propicia um apoio teórico e prático, colaborando com a sistematização e ordenação dos conteúdos a serem trabalhados durante o ano letivo.

Assim, será avaliado se de alguma maneira os livros escolhidos abordam a Física da atmosfera diretamente (se possui algum tópico específico de Física da Atmosfera) ou indiretamente (se associa algum conteúdo ao tema Física da Atmosfera) de acordo com a Tabela 6, comparando com o currículo adotado nos PCN+, buscando relacionar com os temas estruturadores.

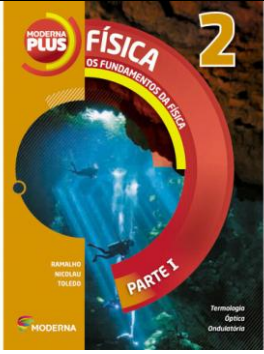
Tabela 6 – Análise dos livros didáticos do Ensino Médio

Livro	Adotado na escola	Aborda a Física da Atmosfera	
		Indiretamente	Diretamente
Física para o Ensino Médio; KAZUHITO & FUKU, 3ª edição, Editora Saraiva, vol. 2, 2013	Pública		x
Os Fundamentos da Física; RAMALHO, NICOLAU, TOLEDO, 11ª edição, Editora Moderna Plus, vol. 2, 2015.	Particular	x	
Quanta Física; KANTOR, <i>et al</i> , 2ª edição, Editora PD, vol 2, 2013.	Pública	x	
Física – Conceitos e Contextos; MAURÍCIO PETROCOLA, ALEXANDRE POGIBIN, RENATA ANDRADE, TALITA RAQUEL; edição, Editora FTD, 1ª vol. 2, 2013	Pública		Não aborda
Física – Interação e Tecnologia; AURÉLIO GONÇALVES FILHO e CARLOS TOSCANO; 1ª edição, Editora Leya, vol. 2, 2013.	Pública	x	
Física Básica; NICOLAU, TOLEDO e RONALDO; 4ª edição, Editora atual, vol. Único, 2013.	Particular	x	
Física Contexto & Aplicações; ANTÔNIO MÁXIMO e BEATRIZ ALVARENGA; 1ª edição, Editora Scipione, vol. 2, 2014.	Pública		x

Física; GUIMARÃES, PIQUEIRA e CARRON; 1ª edição, Editora Ática, vol. 2; 2014.	Pública		x
Física Aula por Aula; BENIGNO BARRETO & CLAUDIO XAVIER; 2ª edição, Editora FTD, vol. 2, 2013.	Pública	x	
Física Ciência e Tecnologia; CARLOS A. TORRES, NICOLAU GILBERTO FERRANO, PAULO ANTONIO SOARES e PAULO CESAR PENTEADO; 3ª edição, Editora Moderna, vol. 2, 2013.	Pública	x	
Fonte: a própria autora			

A Tabela 7, faz referência a capa dos livros analisados na Tabela 6.

Tabela 7 – Capa dos livros didáticos do Ensino Médio

Livro	Capa do Livro
Física para o Ensino Médio; KAZUHITO & FUKE, 3ª edição, Editora Saraiva, vol. 2, 2013	
Os Fundamentos da Física; RAMALHO, NICOLAU, TOLEDO, 11ª edição, Editora Moderna Plus, vol. 2, 2015.	

---

Quanta Física; KANTOR, *et al*, 2ª edição,  
Editora PD, vol 2, 2013.



---

Física – Conceitos e Contextos; MAURÍCIO  
PETROCOLA, ALEXANDRE POGIBIN,  
RENATA ANDRADE, TALITA RAQUEL;  
edição, Editora FTD, 1ª vol. 2, 2013



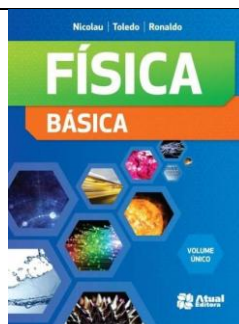
---

Física – Interação e Tecnologia; AURÉLIO  
GONÇALVES FILHO e CARLOS  
TOSCANO; 1ª edição, Editora Leya, vol. 2,  
2013.



---

Física Básica; NICOLAU, TOLEDO e  
RONALDO; 4ª edição, Editora atual, vol.  
Único, 2013.

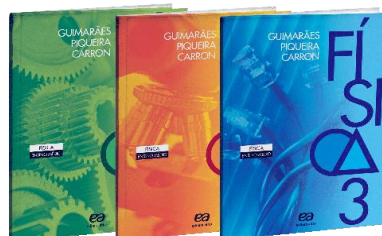


---

Física Contexto & Aplicações; ANTÔNIO  
MÁXIMO e BEATRIZ ALVARENGA; 1ª  
edição, Editora Scipione, vol. 2, 2014.



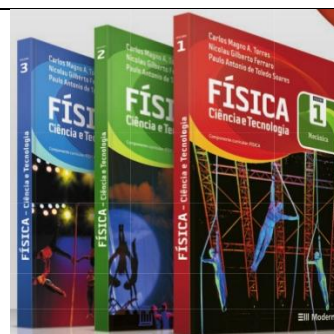
Física; GUIMARÃES, PIQUEIRA e CARRON; 1ª edição, Editora Ática, vol. 2; 2014.



Física Aula por Aula; BENIGNO BARRETO & CLAUDIO XAVIER; 2ª edição, Editora FTD, vol. 2, 2013.



Física Ciência e Tecnologia; CARLOS A. TORRES, NICOLAU GILBERTO FERRANO, PAULO ANTONIO SOARES e PAULO CESAR PENTEADO; 3ª edição, Editora Moderna, vol. 2, 2013.



Fonte: a própria autora

O livro, Física para o Ensino Médio, de Luiz Felipe Fuke e Kazuhito Yamamoto, da Editora Saraiva, 3ª edição, 2013, é dividido em três volumes constituídos de unidades, seguida de conteúdos.

No início de cada unidade da obra, há um texto que situa o aluno nos conteúdos que serão abordados no decorrer da referida unidade. Os capítulos se iniciam com problemas relacionados ao cotidiano do aluno e com outras áreas de conhecimento, trabalhando a interdisciplinaridade. No decorrer do capítulo surgem seções de *Atividades práticas* e *Outras palavras* que revela como o assunto é abordado em outros contextos: sociais, econômicos e culturais. E por fim, o capítulo se encerra com exercícios propostos para fixação do conteúdo.

O volume 2 do livro, adotado no 2º ano do ensino Médio, traz o assunto de Termologia, Óptica e Ondulatória. A unidade 1, Termologia, está dividida em 6 capítulos, respectivamente: Termometria, Dilatação de sólidos e líquidos, Calorimetria, Mudanças de estado, Estudo dos gases, e por fim, Termodinâmica.

O capítulo 1, Termometria, inicia o texto com a seguinte pergunta:

Hoje vai fazer calor? Para encontrar a resposta poderíamos consultar a previsão do tempo, que indica as temperaturas máximas e mínimas esperados no decorrer do dia. No entanto, será que calor e temperatura são a mesma coisa?

(KAZUHITO & FUKU, Física para o ensino médio, 3 ed., Editora Saraiva, p. 10, v 2)

Neste contexto, o professor pode iniciar uma abordagem sobre a Física da atmosfera, quanto à mudança de temperatura de acordo com a altura, ou seja, à medida que vamos passando pelas camadas da atmosfera, sua temperatura vai variando consideravelmente.

No capítulo 3, Calorimetria, o livro traz uma abordagem quanto à propagação de calor e já começa a se perceber um estudo físico da atmosfera. Este trabalha o assunto da inversão térmica e o efeito estufa, além de tratar sobre os efeitos do calor em nosso ambiente. Ainda neste capítulo, na seção Outras Palavras, o livro traz um texto sobre furacões, seguida com informações de sites para mais informações sobre o tema.

Quanto ao ensino da Física da atmosfera, o livro traz um conteúdo específico, no capítulo 4, Mudanças de estado, há um subtema que trata a Física da atmosfera, denominado, Higrometria<sup>6</sup>, definindo e diferenciando umidade relativa e absoluta e na seção Outras palavras, traz um texto sobre a transpiração e a umidade relativa.

O livro, Fundamentos da Física, de Francisco Ramalho Junior, Nicolau Gilberto Ferraro e Paulo Antonio de Toledo Soares, da editora Moderna Plus, 11ª edição, 2015, é dividido em três volumes constituídos de unidades, seguida de conteúdos.

O livro traz muitas inovações, especialmente na organização e nos aspectos visuais. Além de aperfeiçoar os conteúdos de Física, procura relacionar as leis e os fenômenos físicos ao dia a dia e ao desenvolvimento tecnológico. Além de exercícios resolvidos, propostos e de recapitulação, a obra, traz a seção *Física em nosso mundo*, apresentando textos que se conectam com a vida e o cotidiano.

O volume dois, parte I, adotado no 1º ano do Ensino Médio, trabalha com conteúdos relacionados à Termologia, a obra não especifica nenhum conteúdo relacionado diretamente à Física da atmosfera, há não ser indiretamente, quanto trata do

---

<sup>6</sup> Também conhecida como psicrometria, é a parte da física que estuda a quantidade de vapor d'água existente na atmosfera, em dado momento. Essa quantidade influencia o metabolismo humano, o ciclo da água, o clima e os eventos meteorológicos.

assunto de Termologia. A Termologia é dividido em 4 unidades respectivamente: Unidade A – Introdução à termologia; Unidade B – Temperatura e seus efeitos; Unidade C – Energia térmica em trânsito e Unidade D – Estudo dos gases e termodinâmica.

Na unidade A, o capítulo 1 - Conceitos fundamentais da Termologia, inicia o capítulo com uma imagem do globo terrestre, retratando situações cotidianas que ocorrem em vários lugares como: o derretimento das geleiras; eventos climáticos extremos; efeito estufa; elevação do nível do mar, entre outras mudanças climáticas. No capítulo 6 – Diagramas de Fase, na seção *Física em nosso mundo*, o texto traz informações sobre a sensação de calor, a umidade do ar e o ciclo da água na natureza. Por fim, no capítulo 7 – Propagação de calor, trabalha-se a inversão térmica; as aplicações e efeitos da irradiação: Estufas e O efeito estufa. Na seção Física em nosso mundo o texto retrata o efeito estufa e o aquecimento global.

No livro *Quanta Física*, de Carlos Aparecido Kantor, Lilio Alonso Paoliello Jr., Luís Carlos de Menezes, Marcelo de Carvalho Bonetti, Osvaldo Canato Jr. e Viviane Moraes Alves, editora PD, 2013, é dividido em três volumes, constituído por unidades, estruturadas em temas, subdividida em capítulos.

O livro apresenta a seção *Conexão* que trabalha assuntos que estabelecem relações entre conteúdos, expressões, conceitos ou termos inerentes ao texto principal da obra.

No volume três, adotado no 3º ano do ensino médio, a unidade 2, trabalha o tema: Toda a Física, hoje e através de sua história, nesta unidade encontra-se o capítulo 3, no qual faz o estudo do calor e da termodinâmica, porém, neste capítulo, não há nenhum texto que faz referência à Física da atmosfera, nem indiretamente. No subtópico sobre transferência de calor, não há textos sobre efeito estufa ou aquecimento global, como é de costume das maiorias dos livros didáticos adotados no Ensino Médio.

No entanto, no capítulo 6, ainda na unidade 2, com o tema Energia, economia e meio ambiente, a obra comenta rapidamente sobre a composição da atmosfera terrestre e segue fazendo referência ao efeito estufa e aquecimento global, e, na seção *Conexão* aborda sobre a Inversão Térmica.

O livro *Física – Conceitos e Contextos*, dos autores: Maurício Pietrocola, Alexander Pogibin, Renata de Andrade e Talita Raquel Romero, apresenta uma obra com conteúdos voltados para o cotidiano do aluno, através de uma linguagem simples e acessível. O livro é dividido em três volumes, dividido em unidades e capítulos. O livro possuem seções como: *Explorando o assunto*, trazendo uma problematização do

conteúdo abordado; *Explorando a situação*, apresentando o conceito físico a uma situação específica; além de Exercícios Resolvidos e Propostos.

No volume dois, adotado no 2º ano do Ensino Médio, a obra apresenta os assuntos sobre Energia, Calor, Imagem e Som. Na unidade 2, do capítulo 5 ao 8, aborda-se respectivamente os seguintes conteúdos: Calor como energia; Calor e dilatação; Trocas de Calor e Máquinas térmicas. É de se esperar que no capítulo que trata de calor e trocas de calor, apareça algum conteúdo ou uma seção referente à atmosfera, como o efeito estufa ou aquecimento global, entre outros, por exemplo, no entanto o livro não aborda em nenhum momento, qualquer conteúdo referente à Física da atmosfera.

O livro Física – Interação e Tecnologia, dos autores Aurélio Gonçalves e Carlos Toscano, da Editora Leya, 2013, apresenta os conteúdos em capítulos com atividades experimentais, leituras e exercícios. Dividido em três volumes, não possui divisão em unidades, além do conteúdo possui seções: *Atividade experimental*, atividades que incluem experimentos para ampliar o conteúdo; *Algo a +*, com abordagem de textos que aumentam a produção do conhecimento em um aspecto social, histórico e cultural de forma interdisciplinar.

Assim, no volume dois, adotado no 2º ano do Ensino Médio, o capítulo 1 aborda o conteúdo de Temperatura e Calor, e na seção *Algo a +*, trabalha com o texto intitulado: Vivemos numa estufa? Porém o livro não traz mais nenhuma abordagem além desta sobre a atmosfera.

O livro Física Básica, de Nicolau, Toledo e Ronaldo, pela editora Atual, em sua 4ª edição, 2013, procura mostrar de que forma os fenômenos físicos afetam nosso cotidiano e nos ajuda a evoluir o conhecimento com o tempo. Em volume único, o livro é dividido em unidades com seus respectivos capítulos. A obra contém seções como: *Aprofundamento*, perguntas que instigam o aluno a pensar e responder com base no que aprendeu; *Amplie seu conhecimento*, leituras rápidas e de curto texto, que explora fatos ou fenômenos físicos ligados ao cotidiano; *Observe*, que destaca alguma curiosidade sobre o assunto abordado e *Leia mais...*, uma bibliografia com obras que permitem ao estudante um aprofundamento do assunto abordado.

Na unidade 4, intitulada Termologia, no capítulo 21, Transmissão de Calor, aborda na seção Amplie seu conhecimento, o texto de apenas seis linhas sobre o efeito estufa. O capítulo não retrata nenhum outro tema referente à Física da Atmosfera.

O livro, *Física Contexto & Aplicações*, caracteriza-se pela inteligência na apresentação dos conteúdos. A coleção estrutura-se em unidades, divididas em capítulos. Apresenta o texto principal usando definições e deduções matemáticas, além das seguintes seções em forma de boxes: *Aplicações da Física* (fazendo referência a aplicações tecnológicas); *Física no Contexto* (com leituras complementares); *Integrando* (relacionando o conteúdo com outras áreas do conhecimento); *Infográfico* (apresentado ao final de cada unidade); *Atividades* (divididas em exercícios, problemas e testes) e *Pratique Física* (com atividades experimentais).

No volume dois, adotado no 2º ano do Ensino Médio, a unidade 1, intitulada como Temperatura-Dilatação-Gases e a unidade 2 com o título Calor, fazem referência com leituras complementares à atmosfera na seção *Física no Contexto*. Tais textos trabalham com o movimento das massas de ar, abordam sobre termômetros usados para medir a atmosfera da Terra, e tratam sobre o Efeito Estufa.

Na unidade 2, no apêndice D1 (Transferência de calor, estudo quantitativo), trabalha-se a Radiação térmica, mas não faz nenhuma referência a Atmosfera, porém no capítulo 4 (Mudanças de fase), da mesma unidade, a obra trata sobre a alteração pressão atmosférica em diferentes altitudes (utiliza figuras e tabelas para demonstrar tais alterações). Na seção Aplicações da Física, trabalha o texto complementar Aquecimento Global do Planeta. Na seção 4.6 intitulada: Comportamento de um gás real aborda-se o tema: Vapor de água na atmosfera; tratando sobre a umidade relativa e absoluta da atmosfera terrestre. Na seção *Pratique Física*, do referido capítulo, aborda um experimento para demonstrar o efeito da pressão atmosférica.

O livro *Física*, de Guimarães, Piqueira e Carron, da Editora Ática é dividido em três volumes, com unidades subdivididas em capítulos. Inicia os estudos das unidades e dos capítulos com questões que problematizam o conteúdo proposto.

Essa obra destaca-se pela interdisciplinaridade a partir de situações vividas pelos estudantes, além de trabalhar e discutir com temas contemporâneos ao longo dos seus capítulos, como por exemplo, os temas relativos à energia e ao meio ambiente.

O livro possui as seguintes seções: *Trabalho em equipe* (trabalha uma pesquisa orientada, para aumentar o conhecimento sobre determinado assunto); *Física explica* (aplicações tecnológicas ou ciências desenvolvidas para o auxílio do ser humano); *Física tem história* (apresenta elementos tecnológicos, sociais, econômicos, religiosos e culturais de um momento do desenvolvimento da Física); *Para refletir* (questão



geradora que pretende ressaltar conhecimentos prévios); *Em construção* (biografias de um personagem da Física); *Experimento* (Proposta de atividades experimentais); *Compreendendo o mundo* (união de vários conhecimentos para explicar um fenômeno natural) e por fim *Exercícios* (atividades, problemas e questões para fixar os conceitos).

Na unidade 2, do volume 2, adotada no 2º ano do Ensino Médio intitulada Energia e meio ambiente, trabalha exclusivamente no capítulo 5 o tema Fontes de energia e impactos ambientais.

O capítulo trás alguns os subtemas 5, 6 e 7 que fazem referência, respectivamente, a Física da atmosfera, entre eles: Impactos ambientais, A camada de ozônio e Poluição.

No subtema Impactos ambientais (5), a obra inicia o estudo abordando como a temperatura influencia da atmosfera terrestre, para tornar o nosso planeta habitável, aborda na seção *Física tem História* a descoberta do efeito estufa e continua o conteúdo tratando a atmosfera e o aquecimento global.

Já no subtema *A camada de ozônio* (6), traz um estudo muito interessante com ilustrações e gráficos mostrando a transformação da camada de ozônio ao longo dos anos. E no subtema *Poluição* (7), trabalha a poluição atmosférica, seus efeitos e principais poluentes. Na seção *Física explica*, aborda a qualidade do ar e continua o capítulo falando sobre a inversão térmica.

Além do capítulo 5, no capítulo 2 (Calorimetria), o subtema seis trabalha o conteúdo Umidade do ar, abordando os constituintes do ar atmosférico, tratando também sobre umidade relativa e absoluta.

O livro Física Aula por Aula de Benigno Barreto Filho e Cláudio Xavier da Silva, da Editora FTD, é dividido em três volumes, com uma organização de unidades e seus respectivos capítulos. A proposta didático-pedagógica da obra é favorecer uma interpretação clara da Física e sua finalidade em diferentes cenários, examinando vários conceitos do processo de ensino-aprendizagem.

Possui seções como: *Pense além* (abordando o conceito físico de maneira lúdica); *Você saberia dizer* (apresenta situações e questões-problemas sobre o conteúdo proposto); *Lendo a física com outro olhar* (leituras de textos sobre a história da Física); *Quer saber?* (textos que abordam a aplicação do conhecimento físico na tecnologia e na sociedade); Em frente ao Enem (questões propostas pelos últimos exames); *Experimente a Física no dia a dia* (experimentos simples para a compreensão da

matéria estudada); Vendo a Física com outros olhos (sugestão de filmes aplicados a Física e outros contextos).

No volume dois, adotado no 2º ano do Ensino Médio, ‘a primeira unidade da obra é intitulada “Os caminhos da Física”, e apresenta uma discussão sobre o aquecimento global, fontes de energia e aumento da população do planeta, no entanto não faz nenhuma referência a Física da atmosfera e não aborda o efeito estufa. Na unidade 2 (Mecânica dos Fluidos), trabalha o conteúdo Pressão atmosférica e na seção *Experimente a Física no dia a dia* traz um experimento simples que trabalha as camadas da atmosfera terrestre.

A unidade 3 (Calorimetria) e 4 (Termodinâmica) faz uma abordagem sobre calor, temperatura, trocas de calor e mudanças de fase, no entanto, pouco aborda a Física da Atmosfera, de forma restrita fala sobre o efeito estufa e inversão térmica e não trata sobre mudanças climáticas e aquecimento global.

O livro Física Ciência e Tecnologia, vol. 2, da Editora Moderna, dos autores Carlos Magno A. Torres, Nicolau Gilberto Ferrano, Paulo Antonio de Toledo Soares, Paulo Cesar Martins Penteado, é dividido em três volumes, dividido em sete unidades e vinte e quatro capítulos. A obra se caracteriza pela contextualização dos conteúdos, além da utilização de uma linguagem diferenciada e de uma organização de conhecimentos.

Os capítulos se iniciam com uma foto que contém informações sobre o conteúdo que será estudado e apresentam as seguintes sessões: *Proposta experimental* (experimentos com a utilização de materiais simples para a observação do fenômeno); *Atividades em grupo* (temas de pesquisa com ênfase nos impactos sociais e ambientais); *Você sabe porque?* (perguntas que associam o tema em estudo a fatos do cotidiano); *Biografia* (pequenas biografias de cientistas ligados ao assunto tratado); *Exercícios* (resolvidos e propostos para fixação do conteúdo).

No volume 2, adotado no 2º ano do Ensino Médio, na unidade 1 trabalha-se o assunto Física Térmica. Dentro desta temática, pouco se trabalha sobre a Física da Atmosfera. No capítulo 1, intitulado *Energia térmica: temperatura e mudanças de estado*, no subtema Vaporização, a sessão *Atividade em grupo*, trabalha o conteúdo sobre a umidade do ar, discutindo informações sobre a umidade relativa ou grau higrométrico. No capítulo 2, com o título *Energia térmica em transito* o subtema Transmissão de calor, aborda a inversão térmica, o efeito estufa e na sessão *Atividade*

*em grupo* propõe a visualização do documentário *Uma verdade inconveniente* (EUA, 2006), solicitando a criação de um texto que exponha a preocupação que medidas poderiam ser tomadas para minimizar o efeito estufa.

Assim, o que se observa ao analisar os livros, verifica-se que apenas um traz um tema específico sobre a Física da Atmosfera e os demais tratam esse tema apenas como uma seção, ou um texto de informação complementar. Corroborando assim com os PCN+ e PCNEM ao qual não há um tema estruturador específico para o ensino da Física da Atmosfera.

## 2.4 TÓPICOS DE FÍSICA DA ATMOSFERA

### 2.4.1 A atmosfera

Com aproximadamente 100 km de altura, formada por uma mistura de gases, vapor d'água e partículas em suspensão que envolve a Terra, além de ter como funções: proteger a biosfera das radiações ultravioletas provenientes do Sol, regular o clima e o ciclo das chuvas, proporcionar ventos e o efeito estufa, fornecer oxigênio para manutenção da vida e proteger a Terra da queda de meteoros, faz da Atmosfera Terrestre, uns dos principais meios de sobrevivência da humanidade (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006).

A atmosfera foi formada pela remoção de gás do próprio planeta, um processo no qual gases como o dióxido de carbono, vapor de água, dióxido de enxofre e nitrogênio foram liberados do interior da Terra por meio de emissões dos vulcões e por outros processos.

O estudo da atmosfera é realizado pela Meteorologia, que tem como foco a previsão do tempo e dos fenômenos causados pelas interações dinâmicas, físicas e químicas da atmosfera com a superfície terrestre.

Prever o tempo observando os astros como o sol, as estrelas e os planetas já eram realizados por povos antigos, como os egípcios, que conseguiam calcular as estações e as cheias do rio Nilo. Para outros povos, as chuvas, ventos e tempestades eram sinais dos deuses. Em algumas passagens bíblicas há registros da medição do

tempo como José do Egito que previu sete anos de fartura e sete anos de seca e como Noé que previu 40 dias de chuva no dilúvio.

No entanto, a história da meteorologia se inicia na Grécia Antiga, com os estudos de Aristóteles, considerado o pai da meteorologia, onde estudou as nuvens, o ciclo da água, os trovões e as condições de tempo associadas, chegando a escrever um livro chamado “Meteorologia” que significa “coisas acima da Terra”, apesar de não possuir instrumentos como termômetros e barômetros (instrumentos hoje bastante utilizados para se realizar medições precisas), conseguiu realizar previsões precisas sobre as chuvas.

Porém, o estudo da Meteorologia, só progrediu significativamente, a partir do século XIX, com o desenvolvimento dos computadores e posteriormente da internet, tornando mais rápido e eficaz o processamento e o intercâmbio de dados meteorológicos.

Além da Meteorologia, outras ciências que estudam a atmosfera é a Climatologia, responsável em observar os eventos atmosféricos em um amplo período de tempo, a Física Atmosférica, que visa às aplicações da física na atmosfera, e a Química Atmosférica, que estuda os efeitos das reações químicas decorrentes na atmosfera.

No entanto, as pessoas passaram a prestar mais atenção na Atmosfera, quando passaram a sofrer com os danos ocasionados por ela. A intensificação do efeito estufa, o aquecimento global, as grades secas, o surgimentos de furacões em locais que antes não se era possíveis, levantou um olhar ainda maior para estudá-la.

#### *2.4.1.1 Composição do ar*

Sob o conceito da termodinâmica a atmosfera é um sistema aberto<sup>7</sup>, multicomponente e plurifásico. A fase dispersante é o ar, composto por uma mistura de homogenia de nitrogênio (N<sub>2</sub>), oxigênio (O<sub>2</sub>), Argônio (A), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e

---

<sup>7</sup> Sistema Aberto é uma região que troca massa com o exterior (meio) além de poder trocar energia. Às vezes é denominado de volume de controle. Neste caso a fronteira é denominada de “superfície de controle”. Fonte: Apostila de Termodinâmica e anotações de aulas do curso de Engenharia Industrial (FEI), autores: Fernando Juarez Tavora Pitanga; Mauro Sérgio da Fonseca; Gilberto Oswaldo Leno; Dalton Rubens Maiuri e Ricardo Orlando.

outros gases em pequenas proporções junto com o vapor d'água. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006).

Ao analisar a composição do ar, é conveniente suprimir o vapor d'água, pois sua concentração altera as proporções dos demais constituintes. Assim, ao desumedecer o ar, obtemos o “ar seco”, sua composição é praticamente constante até 25 km de altitude. Logo, quando se estuda o ar propriamente dito, dividimo-lo em dois componentes, o ar seco e o vapor d'água.

O ar seco pode ser considerado um único gás com uma massa aparente<sup>8</sup> de (Ma) igual a 28,664 g/mol.

Tabela 8 - Composição do ar Seco até 25 km de altitude

Constituinte	Fração molar (% em volume)	Massa Molecular (g·mol <sup>-1</sup> )
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	78,084	28,013
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	20,946	31,999
Argônio (A)	0,934	39,948
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0,031	44,010
Neônio (Ne)	0,0018	20,183
Hélio (He)	0,000524	4,003
Criptônio (Kr)	0,00015	83,800
Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	0,00005	2,016
Xenônio (Xe)	0,000008	131,300
Ozônio (O <sub>3</sub> )	0,000001	47,998
Radônio (Rn)	6·10 <sup>-18</sup>	222
Massa molecular média (aparente)		28,964

Fonte: Varejão-Silva, M.A. Meteorologia e Climatologia. Versão Digital. Recife, Pernambuco, 2006.

#### 2.4.1.2 Importância dos principais gases atmosféricos

##### 2.4.1.2.1 Nitrogênio

É o constituinte mais abundante da atmosfera, não possui nenhum papel importante na superfície terrestre no que diz respeito a termos químicos ou energéticos.

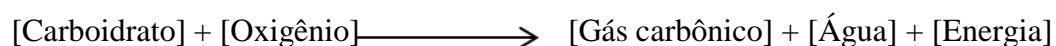
<sup>8</sup> Massa aparente (Ma) é a média ponderada das massas moleculares.

Na alta atmosfera absorve energia solar de pequeno comprimento de onda (na faixa do ultravioleta), passando à forma atômica. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

Em geral, o nitrogênio presente na molécula de vários compostos orgânicos vegetais não é oriundo da atmosfera, mas do solo, apenas alguns seres vivos utilizam o nitrogênio vindo da atmosfera, como algumas algas e alguns micro-organismos presentes no solo.

#### 2.4.1.2.2 Oxigênio e ozônio

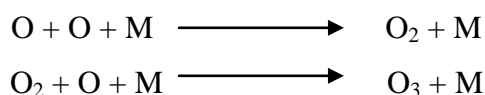
Do ponto de vista biológico é o constituinte mais abundante, tornando possível a vida aeróbica no planeta. A ele deve-se a oxidação de compostos orgânicos, através do processo de respiração:



O oxigênio é importante para a formação do ozônio ( $\text{O}_3$ ), um gás instável, construído por três átomos de oxigênio unidos por ligações simples e dupla. É produzido naturalmente na estratosfera pela fotodissociação<sup>9</sup>, de acordo com a reação química abaixo, do oxigênio molecular.



Os átomos de oxigênio assim formados, podem se combinar com moléculas de oxigênio ou outros átomos constituintes na atmosfera, logo para haver a formação do ozônio a combinação se processa da seguinte maneira:



**M** é a molécula de um gás qualquer, de grande importância na reação, pois absorve a energia liberada durante a combinação.

O ozônio pode ser encontrado próximo à superfície terrestre e até cerca de 100 km de altitude. A camada compreendida dentre 10 e 70 km, rica em ozônio é conhecida

---

<sup>9</sup> Fotodissociação e a dissociação de uma molécula por energia radiante

por *ozonoesfera*. É um gás muito instável, pois ao absorver radiação solar com comprimentos de onda compreendido entre  $2,3 \cdot 10^{-4}$  cm e  $2,9 \cdot 10^{-4}$  cm, dissocia-se produzindo uma molécula e um átomo de oxigênio. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

A unidade Dobson<sup>10</sup> (DU) é uma unidade de medida da densidade atmosférica de ozônio ( $O_3$ ). A unidade DU possui o valor de  $2,69 \times 10^{16}$  moléculas de ozônio por centímetro quadrado, ou  $2,69 \times 10^{20}$  por metro quadrado, ou 0,4462 milimoles de ozônio por metro quadrado<sup>11</sup>.

Torna-se um dos mais importantes gases da atmosfera terrestre, pois com sua diminuição e com o excesso de radiação ultravioleta (UVB) causaria grandes queimaduras na epiderme dos seres vivos, aumentando drasticamente a incidência de câncer de pele.

No entanto, se a concentração de ozônio aumentasse de forma que absorvesse toda a radiação ultravioleta vinda do sol, não haveria formação de vitamina D no organismo animal, o que causaria o comprometimento da fixação de cálcio e fósforo que é indispensável à formação do tecido ósseo.

Apenas o ozônio tem essa propriedade importante, a de absorver a radiação UVB, prejudicial à vida de pessoas, animais e plantas. Porém no último século, devido a grande industrialização, passaram a serem utilizados produtos que emitem os clorofluorcarbonetos (CFC's), um gás que penetra a estratosfera e destrói as moléculas que formam o ozônio, causando assim a destruição dessa camada da atmosfera.

A região mais afetada pela destruição da camada de Ozônio é a Antártida. Nessa região principalmente no mês de setembro quase metade da concentração de ozônio é misteriosamente sugada pela atmosfera. Esse fenômeno deixa uma área de 31 quilômetros quadrados aberta para a incidência dos raios UVB, o equivalente a 15% da superfície do planeta<sup>12</sup>.

---

<sup>10</sup> O nome da unidade Dobson é uma homenagem a Gordon Dobson, pesquisador da Universidade de Oxford que, na década de 1920, construiu o primeiro instrumento para medição da quantidade total de ozônio a partir da superfície terrestre, instrumento atualmente chamado de espectrofotômetro Dobson.

<sup>11</sup> Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Unidade\\_Dobson](https://pt.wikipedia.org/wiki/Unidade_Dobson)

<sup>12</sup> Fonte: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/jornal/noticia3.2.php>

#### 2.4.1.2.3 Vapor d'água

É um constituinte importantíssimo da atmosfera por interferir na distribuição de temperatura, pois participa ativamente no processo de absorção e emissão de calor e atua como veículo de energia ao transferir calor de uma região para a outra. É o único constituinte da atmosfera que muda de estado em condições naturais, é o responsável pela origem das nuvens e por uma extensa série de fenômenos atmosféricos e sua proporção na atmosfera determina o nível de conforto ambiental. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

Sua concentração nas regiões desérticas e extremos polares é aproximadamente zero e nas regiões tropicais (quentes e úmidas) possui até 4% em volume. . (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

Possui grande importância na Meteorologia, pois controla o balanço de energia<sup>13</sup> próximo à superfície da Terra, absorve a radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre, reemitindo parte dessa energia de volta para a Terra e faz parte do ciclo hidrológico, pois o vapor d'água proveniente da superfície terrestre se condensa e retorna sob a forma líquida, nesse processo também transfere calor das camadas inferiores da atmosfera para as superiores.

O papel termorregulador do vapor d'água tem grande importância nas regiões subtropicais, impedindo que a temperatura do ar durante à noite atinja baixos valores.

Em regiões tropicais (quentes e úmidas), a condensação do vapor d'água sobre as plantas, na forma de orvalho, é extremamente prejudicial, uma vez que fornece condições adequadas para a frutificação dos esporos de várias doenças fúngicas.

---

<sup>13</sup> O balanço de energia é uma oscilação de fluxos em um sistema. É calculado usando o princípio de conservação de energia, a partir do aquecimento e resfriamento de uma camada atmosférica devido à mudança no conjunto de radiação solar e terrestre com a altura. Na Terra, o aquecimento pela radiação solar na atmosfera é somente da ordem de 0,5°C/dia. Durante o dia, o balanço de radiação solar é dominado pelas radiações solares de ondas curtas e à noite pelas radiações de ondas longas.



#### 2.4.1.2.4 Gás Carbônico

É um dos principais componentes na reação da fotossíntese e de todo o dióxido de carbono existente no planeta Terra, 98% deste se encontra dissolvido nos oceanos, o restante, 2%, está na atmosfera, aumentando próximo aos grandes parques industriais e nas cidades de grande porte, além do desmatamento, da queima de madeira e combustíveis fósseis. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

O aumento de CO<sub>2</sub> atmosférico, pelas causas vistas acima, provoca o chamado efeito estufa, contribuindo para aumentar a temperatura média do planeta. Este assunto será oportunamente comentado.

#### 2.4.1.3 Variação vertical de propriedades da atmosfera

Um dos critérios utilizado para se estudar a atmosfera é a variação da temperatura do ar de acordo com a altitude. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

Essa variação térmica é expressa por um componente denominado componente vertical do gradiente térmico ou de Gradiente Vertical de Temperatura (GVT), sendo matematicamente indicada pela equação:

$$G_{VT} = \frac{T_2 - T_1}{A_2 - A_1} \quad (1)$$

onde: G<sub>VT</sub> = gradiente vertical de temperatura

T = temperatura

A = altitude

O Gradiente Térmico Vertical será positivo quando a temperatura diminuir com a altitude e negativo quando aumentar, na Meteorologia ele também pode ser representado por  $\Gamma$ . Assim:

$$\Gamma = -\nabla_x T = -\frac{\partial T}{\partial z} \quad (2)$$

Para se compreender a equação (2), define-se o gradiente de uma propriedade escalar qualquer ( $\alpha$ ) como um vetor, representado pelo símbolo  $\nabla$  (nabla), definido da seguinte maneira:

$$\nabla_{\alpha} = \frac{\partial \alpha}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial \alpha}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial \alpha}{\partial z} \vec{k} \quad (3)$$

onde  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$  e  $\vec{k}$ , são versores<sup>14</sup> associados aos eixos coordenados do referencial local<sup>15</sup>. Fisicamente as derivadas parciais de  $\alpha$  em relação à  $x$ ,  $y$  e  $z$  traduzem a variação espacial de  $\alpha$  em relação ao referencial local e também variam em relação ao tempo.

Assim, consideram-se duas componentes, a horizontal ( $\nabla_z \alpha$ ) e a vertical ( $\nabla_{xy} \alpha$ ), resultando nas seguintes equações:

$$\nabla_z \alpha = \frac{\partial \alpha}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial \alpha}{\partial y} \vec{j} \quad (4)$$

$$\nabla_{xy} \alpha = \frac{\partial \alpha}{\partial z} \vec{k} \quad (5)$$

Fazendo-se  $\alpha = T$ , onde  $T$  representa a temperatura, tem-se o gradiente de temperatura do ar, assim:

$$\nabla T = \frac{\partial T}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial T}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial T}{\partial z} \vec{k} \quad (6)$$

A componente horizontal do gradiente de temperatura do ar á superfície

$$\nabla_z T = \frac{\partial T}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial T}{\partial y} \vec{j} \quad (7)$$

---

<sup>14</sup> Versor é um vetor unitário que apresenta a mesma orientação de um eixo, sendo que a direção e o sentido são os mesmos do eixo.

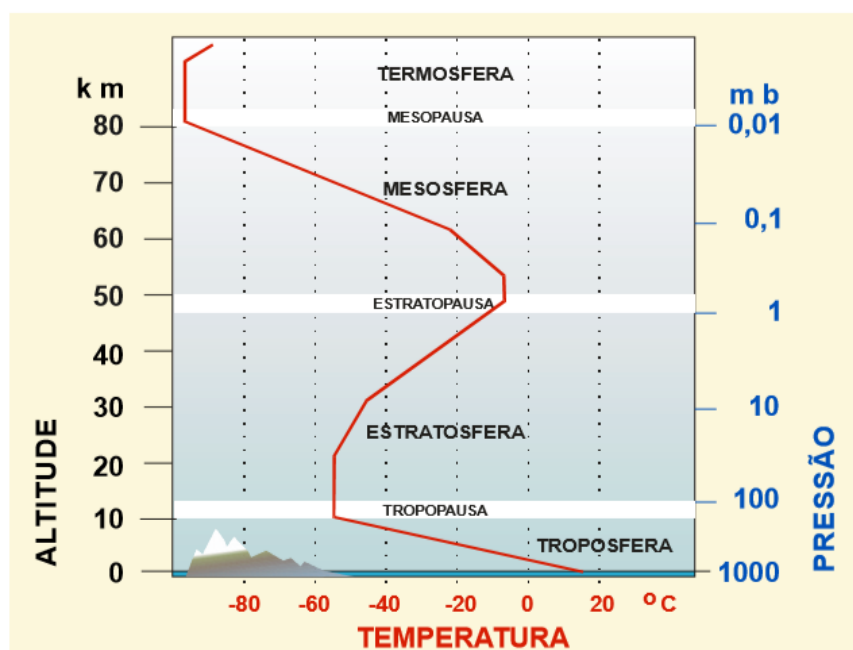
<sup>15</sup> Para muitos estudos meteorológicos é necessário estabelecer referenciais, em determinadas posições da superfície terrestre, que constituem os locais de observação. São chamados de referenciais locais, podendo associar a cada um deles um sistema de coordenadas mais adequado ao que se quer estudar. Podem ser utilizados para estabelecer a posição dos astros, estudar as propriedades da atmosfera, dos oceanos e etc.

nas vizinhanças de um ponto, é perpendicular as isothermas<sup>16</sup> e aponta da menor para a maior temperatura, ou seja, o transporte do calor se dá no sentido oposto. O módulo do gradiente de temperatura será maior quanto mais próximos estiverem as isothermas. Assim, usa-se o mesmo raciocínio ao se trabalhar com isothermas na vertical. Porém, como exposto anteriormente, exprime-se a variação vertical de temperatura de acordo com a equação (2), observando assim que se  $\Gamma > 0$  a temperatura (T) diminui enquanto a altitude (z) aumenta. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

A Figura 1 representa a variação da temperatura de acordo com a altitude, onde os pontos de inflexão expressam a mudança de sinal do gradiente térmico e as camadas ao qual  $\Gamma = 0$ , são chamadas de isotérmicas.

Assim de acordo com a variação de temperatura, a atmosfera terrestre está dividida em quatro camadas, aproximadamente homogêneas, são elas: troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera; separadas por três zonas de transição, respectivamente: tropopausa, estratopausa e mesopausa. (Figura 1).

Figura 1 - Estrutura média vertical da atmosfera de acordo com a temperatura.



Fonte: Varejão-Silva, M.A. Meteorologia e Climatologia. Versão Digital. Recife, Pernambuco, 2006.

<sup>16</sup> "iso"= igual + "termo"= calor, é uma linha, que em um mapa meteorológico, indica as regiões que têm a mesma temperatura ambiente.

#### 2.4.1.3.1 Troposfera e tropopausa

A troposfera é a camada mais próxima do solo, contém cerca de 75% da massa total da atmosfera e quase todo o seu vapor d'água. É conhecida como a “camada do tempo”, pois os fenômenos meteorológicos e climáticos que nos afetam têm lugar nesta camada. Ela é a mais importante para a vida e suas diferentes formas, os seres vivos terrestres ou aquáticos são bastante afetados tanto pela composição química quanto pela dinâmica desta camada.

Na troposfera a temperatura do ar diminui com a altitude (de  $-6^{\circ}\text{C}$  a  $-8^{\circ}\text{C}$  a cada 1000 m), pois o aquecimento do ar se afeta basicamente por condução, em contato com a superfície terrestre aquecida do Sol.

A espessura da troposfera varia com a latitude e com a época do ano. Nos polos a oscilação pode variar entre 6 km no inverno a 10 km verão. Algumas perturbações atmosféricas, como por exemplo, os ciclones, podem estar associados a variação na espessura da troposfera.

A tropopausa é a camada de transição entre a Troposfera e a Estratosfera, possui de 3 a 5 km de espessura e é caracterizada por pouca ou nenhuma mudança na temperatura à medida que a altitude aumenta. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

#### 2.4.1.3.2 Estratosfera e estratopausa

A estratosfera é a camada atmosférica entre a Troposfera e a mesosfera, se estendendo entre 17 e 50 km de altitude acima da superfície terrestre. Nela está localizada a camada de ozônio da Terra. Somente as nuvens mais altas como os cirrus, cirroestratos e cirrocúmulos, estão na estratosfera inferior;

Caracteriza-se pela temperatura do ar aumentar com a altura, alcançando no máximo  $0^{\circ}\text{C}$  no seu limite superior a Estratopausa e pela ausência de nuvens e o progressivo aquecimento do ar com a altitude observada na parte superior da estratosfera se deve pela liberação de energia no processo de formação do ozônio. É uma camada pouco estudada, face as dificuldades encontradas na obtenção de dados.

A estratopausa é o limite superior da Estratosfera e inferior da Mesosfera, não há variação de temperatura com a altura e a média planetária da temperatura do ar, nessa faixa, é da ordem de  $0^{\circ}\text{C}$ . (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

#### 2.4.1.3.3 Mesosfera e Mesopausa

A mesosfera se estende dos 50 aos 80 km de altitude aproximadamente, predomina-se uma variação de temperatura decrescente, em seu limite superior a temperatura chega a  $-95^{\circ}\text{C}$ , nela o ar é praticamente isento de vapor d'água.

Nessa região, os meteoritos que a penetram em alta velocidade normalmente entram em incandescência devido ao atrito com o ar, provocando a fusão da matéria e originando as conhecidas estrelas cadentes. Apresenta um gradiente de temperatura negativo, indicando que a temperatura volta a diminuir com a altitude.

A mesopausa é uma camada isotérmica que pode alcançar 10 km de espessura, nessa faixa formam-se as nuvens noctilucetas (são as mais altas nuvens formadas na atmosfera terrestre, a uma altura entre 75 e 85 quilômetros) e não há variação de temperatura com a altura. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

#### 2.4.1.3.4 Termosfera

Esta camada se situa para além dos 90 km de altitude, nela os gases não estão homogeneamente misturados, mas formam camadas, a camada inferior é constituída por  $\text{N}_2$  que é o gás mais pesado e acima se encontra de forma sucessiva uma camada de oxigênio atômico, gás hélio e hidrogênio.

O aumento da temperatura é rápido com o aumento da altura, justificando o termo Termosfera. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

#### 2.4.1.3.5 Ionosfera

Por volta de 60 km de altitude a concentração de íons aumenta com a altitude na atmosfera superior. A presença de íons na atmosfera superior está relacionada com a existência de elétrons livres, pois as observações realizadas insinuam que cerca de 65% do oxigênio se encontra dissociado aos 130 km de altitude, por isso chamada de ionosfera. Ela é parte da termosfera e as auroras polares<sup>17</sup> acontecem nessa região. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

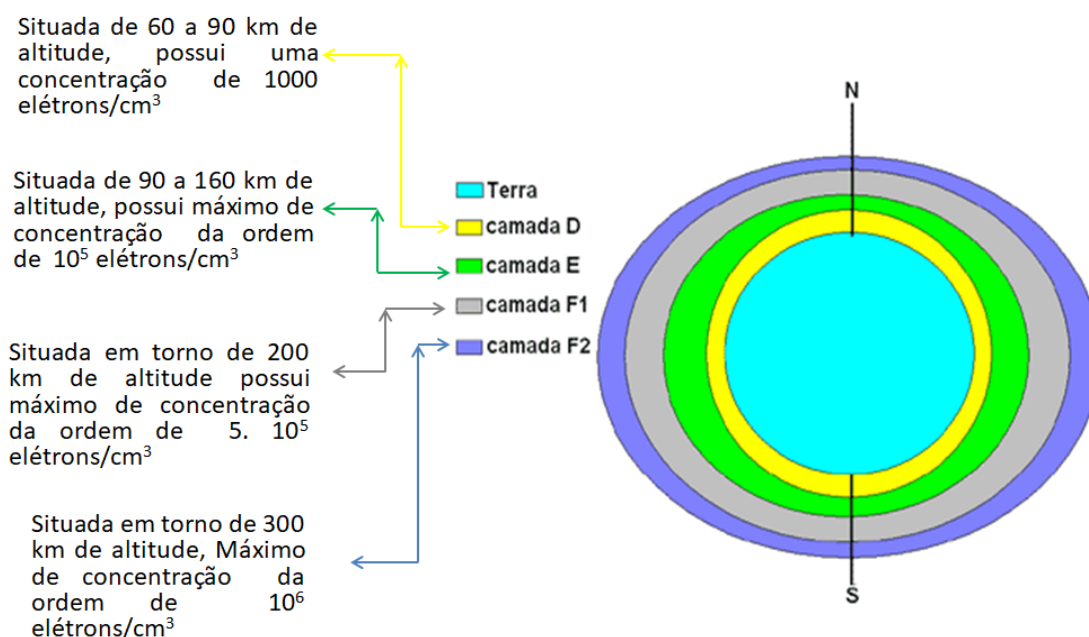
---

17 As descargas solares de partículas eletricamente carregadas são capturadas e atraídas na direção dos polos magnéticos da Terra ao atingirem o cinturão de Van Allen (região onde

A ionosfera pode ser dividida em três regiões ou camadas (Figura 2) de acordo com a concentração de íons (elétrons livres).

Esta região pode absorver ou refletir ondas de rádio, dependendo da emissão e da densidade de elétrons livres. Algumas estações transmissoras, interessadas em propagações específicas para algumas regiões da Terra, usam a propriedade refletora da Ionosfera. Durante o dia, a região D absorve grande parte da energia associada as ondas radiofônicas, tornando mais fraco os sinais recebidos por reflexão, por isso é mais utilizado a noite, assim as ondas são refletidas nas regiões E e F, mais elevadas, melhorando bastante a qualidade da recepção de emissoras distantes.

Figura 2 - Camadas da Ionosfera



Fonte: a própria autora

---

ocorrem vários fenômenos atmosféricos devido a concentrações de partículas no campo magnético terrestre). Devido às tempestades magnéticas, o fluxo de partículas solares torna-se bastante elevado e sua interação com o nitrogênio e o oxigênio na alta atmosfera, próximo aos polos magnéticos, provoca a emissão de energia visível (luminescência), originando assim as **auroras polares**.

Algumas mudanças imprevisíveis na atividade solar (erupções solares<sup>18</sup>) provocam alterações consideráveis na densidade de elétrons livres na ionosfera e podem causar um colapso nas comunicações via rádio. Esses colapsos ocorrem devido a tempestades magnéticas e são atribuídos ao fluxo anômalo de partículas eletricamente carregadas do Sol.

A Terra possui ainda duas camadas externas situadas a 3600 km de altitude acima da linha do equador, chamadas de cinturões de Van Allen.

A região mais externa do cinturão é composta por elétrons e a interna por prótons. Essas partículas estão presas pelo campo magnético terrestre.

## 2.4.2 Clima x Tempo

Clima é a condição média da atmosfera durante um longo período e tempo é um estado momentâneo da atmosfera em um local determinado.

Quando falamos na previsão e também na análise do tempo atmosférico, estamos falando da meteorologia, ou seja, da ciência que estuda o comportamento imediato da atmosfera, no entanto, a ciência que descreve, explica e classifica os climas, investigando os seus fenômenos e influências é a climatologia. Geralmente, o climatologista utiliza-se do conjunto de dados fornecidos pelo meteorologista ao longo do tempo para realizar conclusões amplas e definitivas sobre a atmosfera de um determinado local.

O clima é composto por quatro elementos principais: umidade, radiação, temperatura e pressão atmosférica, além de possuir alguns fatores como relevo, altitude, vegetação, massas de ar, latitude, continentalidade e maritimidade que também causam interferência neste. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

---

<sup>18</sup> Erupções Solares são rajadas poderosas de radiação. Segundo a NASA a radiação nociva dessas erupções não passa pela atmosfera da Terra e não afeta os humanos. Mesmo assim, quando é intenso o bastante, essas tempestades solares podem perturbar a atmosfera na camada em que os sinais de comunicação e de GPS trafegam. (Fonte: <http://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2016/05/sonda-da-nasa-registra-impresionante-tempestade-solar.html>)

### 2.4.2.1 Elementos climáticos

#### 2.4.2.1.1 Umidade

A umidade do ar refere-se à quantidade de vapor d'água contida na atmosfera e a transferência de vapor d'água na atmosfera é causada pela evaporação da água do solo e das superfícies líquidas.

Ao ingressar na atmosfera, o vapor leva consigo o *calor latente*<sup>19</sup>, consumido na transposição de fase (passagem do estado de agregação sólido inicial, sólido ou líquido, ao estado gasoso). Posteriormente, transfere ao ambiente o calor liberado, quando de sua volta ao estado líquido ou sólido. Desse modo, o vapor d'água é um eficiente veículo de calor, transportando energia das regiões mais aquecidas da Terra para as mais frias.

As fontes de vapor d'água para a atmosfera constituem, por conseguinte, sumidouros<sup>20</sup> de energia e reciprocamente, os sumidouros do vapor d'água atmosférico representam fontes de energia. A transpiração vegetal também contribui bastante para o aumento de vapor d'água na superfície terrestre.

Quando a atmosfera alcança o ponto de saturação, ocorre as precipitações (quantidade de água que cai sobre a superfície da Terra como resultado do resfriamento, condensação e até congelamento) do vapor de água contido na atmosfera (Figura 3). Estas são mais abundantes próximo a linha do Equador, próximas aos oceanos e em grandes altitudes.

---

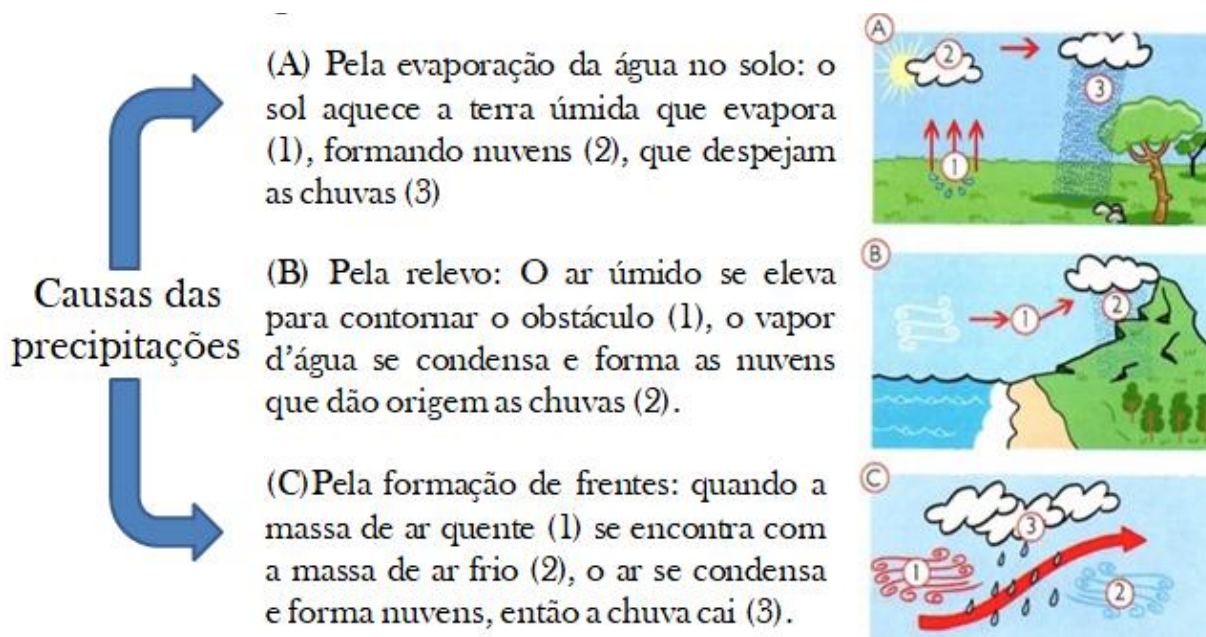
<sup>19</sup> É a quantidade de calor que, adicionada ou retirada de um corpo, provoca mudança no seu estado físico (ou mudança de fase), não alterando a sua temperatura.

<sup>20</sup> Segundo o dicionário Aurélio: abertura por onde se escoar um líquido; lugar onde se perdem de contínuo os objetos; curso subterrâneo de um rio, através de rochas calcárias. Segundo a geografia: Sumidouro é o nome da calha (leito aquático) que recebe a água da chuva ou de algum tipo de corrente superficial. O termo está relacionado com o verbo sumir, o qual se refere a submergir ou ruir.

O sumidouro, por conseguinte, permite sumir/escoar as águas. Em geral, trata-se de uma depressão circular que, a nível geológico, se conhece como dolina. As dolinas formam-se em superfícies, têm uma profundidade variável e apresentam paredes de importante inclinação.



Figura 3 - Causa das precipitações



Fonte: a própria autora

A umidade do ar pode ser medida pela umidade absoluta e pela umidade relativa.

A umidade absoluta ( $\rho_v$ ), também chamada de concentração de vapor ou densidade do vapor na mistura é a razão entre massa de vapor d'água ( $m_v$ ) e o volume ( $V$ ) do ar úmido que o contém, logo:

$$\rho_v = \frac{m_v}{V} \quad (8)$$

medida em  $\text{g/cm}^3$ .

A umidade relativa ( $U$ ) do ar úmido, submetido a uma determinada temperatura ( $t$ ) é a razão entre pressão parcial do vapor ( $e$ ) e a pressão de saturação ( $e_s$ ) àquela temperatura, logo:

$$U = \frac{e}{e_s} \quad (9)$$

Geralmente  $U$  é expressa em porcentagem, então a equação (9), fica multiplicada por 100%.

Logo, percebe-se que a umidade relativa do ar alcança 100% quando o ar está saturado, ou seja,  $e = e_s$ . Então, como  $e_s$  depende de  $t$ , mantendo-se a pressão parcial do vapor constante, a umidade relativa varia conforme a temperatura, ou seja, conforme a temperatura sobe, a umidade cai e vice-versa. Assim, o período mais seco do dia é à tarde, mas isso não quer dizer que a noite continuará seco; geralmente a umidade volta a aumentar conforme a noite avança. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

#### 2.4.2.1.2 Radiação

Radiação é a energia que se propaga, sem a necessidade da presença de um meio material. O termo radiação também é usado para indicar uma forma de propagação de calor. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

As áreas da Terra que recebem os raios solares com maior intensidade (Linha do Equador) costumam ter temperaturas médias maiores, enquanto as áreas que recebem menos esses raios costumam ser mais frias, salvo quando há interferência de outros fatores. Em virtude das diferenças no recebimento da radiação solar, existem diferentes zonas térmicas<sup>21</sup> da Terra, que variam conforme a latitude.

A natureza da radiação ainda é escopo de muito estudo na Física Moderna e Quântica, pois esta possui caráter dual de onda e partícula. No entanto, o caráter corpuscular é o que interessa a Meteorologia.

A onda se caracteriza pelo comprimento de onda ( $\lambda$ ) e pela frequência ( $f$ ). O produto da frequência ( $f$ ) pelo comprimento de onda ( $\lambda$ ) resulta à velocidade de propagação da luz no vácuo ( $c$ ):

$$c = \lambda \cdot f \quad (10)$$

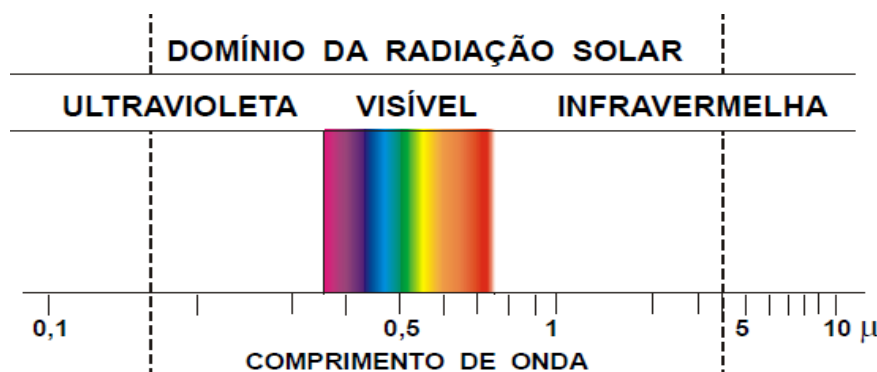
---

<sup>21</sup> São as diferentes zonas de intensidade de luz e calor que a Terra recebe do sol. Podem ser classificadas em zonas polares (os raios solares atingem a superfície terrestre de maneira bastante inclinada, portanto, as temperaturas são as mais baixas da Terra), zonas temperadas (os raios incidem à superfície de forma relativamente inclinada em relação à zona intertropical, desse modo as temperaturas são mais amenas) e zona tropical (áreas que recebem luz solar de forma praticamente vertical em sua superfície, o fato produz regiões com temperaturas elevadas, conhecida como zona tórrida do planeta)

sendo  $c \approx 3 \cdot 10^8$  m/s. Essa relação transforma facilmente frequência em comprimento de onda e vice-versa.

O conjunto de todas as radiações visíveis e não visíveis são chamadas de espectro eletromagnético e apenas as radiações de comprimentos de 360 nm e 750 nm são visíveis ao olho humano (Figura 4).

Figura 4 - Radiação visível



Fonte: Varejão-Silva, M.A. Meteorologia e Climatologia. Versão Digital. Recife, Pernambuco, 2006.

As radiações que apresentam uma frequência menor que a luz vermelha são chamadas de infravermelhas e as que possuem uma frequência acima da luz violeta são chamadas de ultravioletas. As ondas de baixa frequência são chamadas de ondas longas<sup>22</sup> e as de alta frequência ondas curtas<sup>23</sup>.

Apesar de todas as ondas transportarem energia, apenas as correspondentes a faixa do infravermelho são chamadas de ondas de calor. Isso porque o infravermelho transforma-se mais facilmente em energia térmica ao ser absorvido, quando essas ondas são os raios infravermelhos, falamos em irradiação térmica. Vale lembrar que não são os raios solares em si que alteram as temperaturas e o clima, mas a radiação infravermelha absorvida e refletida pela superfície, mantendo aquecido o ambiente próximo. Além disso, essa radiação pode ser refletida de volta à superfície pela atmosfera, caracterizando aquilo que se chama de efeito estufa.

Quando a energia radiante incide na superfície de um corpo, ela pode ser parcialmente absorvida, parcialmente refletida e parcialmente transmitida através do

<sup>22</sup> Ondas longas: rádio, microondas, infravermelho.

<sup>23</sup> Ondas curtas: raios gama, raios-x e ultravioleta.

corpo. A parcela absorvida aumenta a energia de agitação das moléculas constituintes do corpo (energia térmica). Da quantidade total de energia  $Q_i$  incidente, é absorvida a parcela  $Q_a$ , reflete-se a parcela  $Q_r$  e é transmitida a parcela  $Q_t$ , de modo que:

$$Q_i = Q_a + Q_r + Q_t \quad (11)$$

Para avaliar a proporção da energia incidente que sofre os fenômenos de absorção, reflexão e transmissão, definem-se as seguintes grandezas adimensionais absorvidade, refletividade e transmissividade, respectivamente representadas pelas equações abaixo:

$$a = \frac{Q_a}{Q_i} \quad (12)$$

$$e = \frac{Q_r}{Q_i} \quad (13)$$

$$e = \frac{Q_t}{Q_i} \quad (14)$$

Somando-se as três grandezas, obtemos:

$$a + r + t = \frac{Q_a}{Q_i} + \frac{Q_r}{Q_i} + \frac{Q_t}{Q_i} = \frac{Q_a + Q_r + Q_t}{Q_i} = \frac{Q_i}{Q_i} = 1 \quad (15)$$

Logo, quando não há transmissão de energia radiante através do corpo, a transmissividade é nula ( $t = 0$ ), assim:

$$a + r = 1 \quad (16)$$

As grandezas  $a$ ,  $r$ , e  $t$ , podem ainda ser denominadas, respectivamente, poder absorvedor, poder refletor e poder transmissor.

#### 2.4.2.1.3 Pressão atmosférica

A pressão atmosférica é o peso que a atmosfera exerce em uma determinada superfície (área). O valor da pressão atmosférica ao nível do mar é de 1013 mb (milibar). (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

A unidade padrão de pressão no Sistema Internacional (SI) é o Pascal (Pa). 1 Pascal é a pressão exercida por uma força igual a 1 Newton (N), distribuída de modo uniforme e perpendicularmente sobre uma superfície plana de 1 metro quadrado ( $m^2$ ) de área, ou seja,  $1 \text{ Newton}/1m^2$ . Pode ser medida também em atmosfera (atm) ( $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$ ).

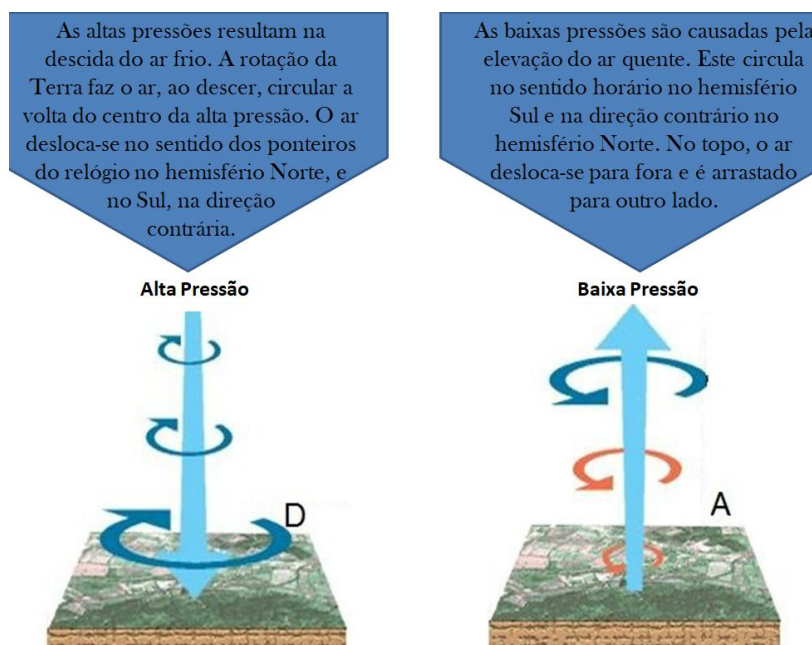
Meteorologistas tem usado tradicionalmente a unidade milibar ( $1 \text{ mb} = 100 \text{ Pa}$ ), com o auxílio de um barômetro (instrumento que indica a pressão atmosférica, a altitude e prováveis mudanças no tempo).

O peso que a atmosfera faz sobre nossa superfície varia de acordo com a posição geográfica, altitude e temperatura do ar. Assim a luz do sol exerce uma função (convecção): o ar quente é mais leve que o ar frio, logo o ar quente sobe. O local onde o ar mais pesado comprime a Terra é chamado de Zona de Alta Pressão ou anti-ciclone.

No anti-ciclone, como o peso do ar é considerável, ele diminui ao nível da superfície e assim impede que as nuvens se formem o que faz surgir um tempo bom e períodos de alta pressão.

As Zonas de Baixa Pressão são chamadas de depressões. A pressão é baixa, e o ar, sobe da superfície para o céu, levando vapor d'água criado pela evaporação que os raios do sol produzem. Nessa umidade as nuvens se formam, logo zonas de baixa pressão em geral significam tempo instável (Figura 5. )

Figura 5 - Representação do ar em altas e baixas pressões



Fonte: a própria autora

Em regiões onde as temperaturas são mais baixas a pressão atmosférica é maior, pois as moléculas de ar estão mais concentradas. No entanto, em regiões mais elevadas, de menor temperatura, também há menor concentração de moléculas de ar (ar mais rarefeito) e, neste caso, menor será a pressão. Em áreas mais quentes, o ar também fica mais disperso e a pressão diminui. Por isso, os polos apresentam pressão atmosférica geralmente maior, e as zonas equatoriais quase sempre apresentam valores menores.

O principal efeito da pressão atmosférica é a alteração da circulação do ar. Geralmente, os ventos – e as massas de ar – movimentam-se das áreas de maior para as áreas de menor pressão. Em alguns casos, a alteração nessa dinâmica modifica, por exemplo, o regime de chuvas de uma dada região, pois os ventos carregados de umidade deslocam-se a partir dessa lógica.

#### 2.4.2.1.4 Temperatura

A temperatura é uma medida da energia cinética média das moléculas de um gás e registra o grau de aquecimento da atmosfera de algum lugar, cuja variação depende da sua localização e da circulação atmosférica. O Sol é o principal responsável pelo comportamento temporal da temperatura do ar.

Na meteorologia, usa-se a expressão *temperatura do ar a superfície*, que traduz a temperatura reinante em um ponto da atmosfera próxima a superfície da Terra. O horário adotado para a realização de observações de temperatura depende das imposições das pesquisas a serem conduzidas. (M.A. VAREJÃO-SILVA, 2006)

A temperatura do ar é normalmente tomada a diversas distâncias do solo, é um procedimento indispensável, quando se deseja conhecer sua variação com a altura.

A temperatura é influenciada por praticamente todos os elementos e fatores climáticos, incluindo a umidade, a radiação solar, a latitude, as massas de ar e muitos outros agentes atmosféricos.

Algumas áreas localizadas em altitudes elevadas, por exemplo, costumam ser mais frias, pois possuem menos contato com o calor absorvido e refletido pela superfície terrestre, além da menor pressão atmosférica. Áreas de latitudes próximas aos polos, por receberem menos raios solares, também costumam ser mais frias, enquanto zonas equatoriais (de baixa latitude) costumam ser mais quentes.

A temperatura é medida na escala Celsius, ou também chamada de centígrada ( $^{\circ}\text{C}$ ), é internacionalmente aceita e recomendada ao intercâmbio de dados. A escala absoluta (Kelvin - K) é usada para fins científicos. Porém alguns países adotam a escala Fahrenheit. A conversão das escalas Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ), Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) e Kelvin (K) é feita através da seguinte relação:

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273}{5} \quad (17)$$

Na escala Fahrenheit a diferença entre o ponto de fusão e de ebulição é de  $180^{\circ}\text{F}$ , enquanto na escala Celsius, equivale a  $100^{\circ}\text{C}$ . Observa-se que  $0\text{K}$  corresponde a  $-273,15^{\circ}\text{C}$  (Figura 6).

Figura 6 - Ponto de ebulição e fusão da água na escala Celsius, Fahrenheit e Kelvin.



### 2.4.2.2 Fatores climáticos

#### 2.4.2.2.1 Massas de ar

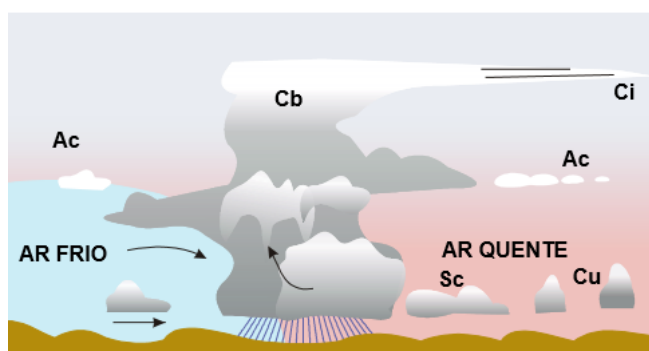
São porções ou volumes da atmosfera que possuem praticamente as mesmas características de pressão, temperatura e umidade por causa de sua localização e são bastante espessas e homogêneas. As massas de ar se formam sobre grandes áreas de terra ou água uniformes, onde não há muito vento.

As massas de ar podem ser polares, equatoriais ou tropicais. Podem ser chamadas de secas quando se formam nos continentes e úmidas quando se formam nos oceanos.

As massas de ar equatoriais ou tropicais são quentes, enquanto as polares são frias, pois estas se formam em regiões de baixas temperaturas e também são secas, pois a baixa temperatura não possibilita uma forte evaporação da água.

O encontro de duas massas, geralmente uma fria e outra quente, dá-se o nome de frente. Quando elas se encontram ocorre as chuvas e o tempo muda. Uma frente é chamada de fria quando seu caminho em algum lugar do espaço terrestre acarreta a substituição do ar quente que ali havia por ar frio. Assim, tem-se uma massa de ar pré-frontal quente e outra, pós-frontal é fria (Figura 7).

Figura 7 - Modelo de uma superfície frontal fria.



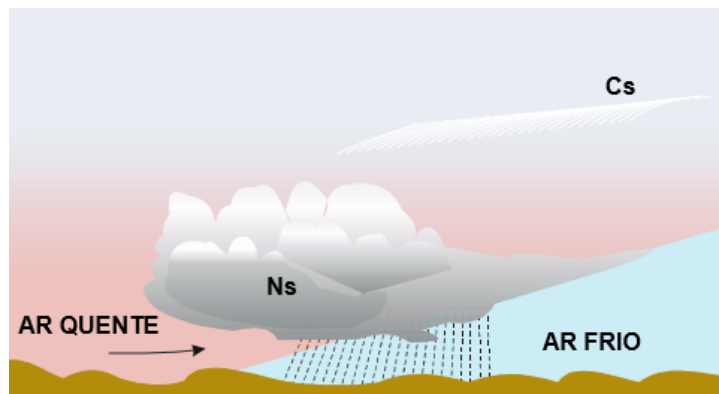
Fonte: Varejão-Silva, M.A. Meteorologia e Climatologia. Versão Digital. Recife, Pernambuco, 2006.

A passagem de uma frente quente, por uma determinada região da superfície terrestre, ocasiona a modificação de ar frio por ar quente. A região frontal quente se



expande na mesma direção de deslocamento da massa de ar quente, localizando-se por cima do ar frio pré-frontal (Figura 8).

Figura 8 – Modelo de uma superfície frontal quente, com um conjunto de nuvens associadas.



Fonte: Varejão-Silva, M.A. Meteorologia e Climatologia. Versão Digital. Recife, Pernambuco, 2006.

No verão a Massa Equatorial Continental (conhecida por ser quente e instável) atinge quase todas as regiões brasileiras, aumentando assim a pluviosidade, conhecidas por “chuvas de verão”.

No outono, a Massa Equatorial Continental se concentra na região amazônica, fazendo com que chova quase todos os dias no verão e no outono. No sul começam as influências das massas de ar polar, facilitando o esfriamento e a ocorrência de possíveis geadas nas cidades de altas altitudes.

No inverno, a influência da Massa Polar Atlântica (com características frias e úmidas) sobre o litoral do Nordeste causa chuvas frontais e no Sudeste faz a temperatura cair, podendo causar geadas.

Na primavera (estação que os dias começam a ser mais longos e quentes), sofre a influência da Massa Equatorial Atlântica (com características: quente e úmida), vai perdendo sua umidade e não causa chuvas.

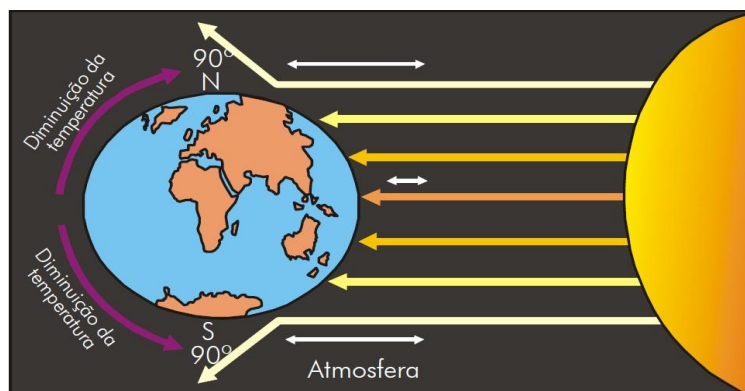
#### 2.4.2.2.2 Latitude

É a distância em graus de qualquer ponto da Terra a linha do Equador. As latitudes variam entre  $0^\circ$  e  $90^\circ$  ao norte e ao sul. A linha do equador divide a terra em dois hemisférios: Norte e Sul

Dependendo da latitude e do formato do planeta, pode ocorrer uma maior incidência de raios solares naquele espaço, ou o inverso (Figura 9).

Quanto mais nos afastarmos do Equador, menor a temperatura. A Terra é iluminada pelos raios solares com diferentes inclinações. Quanto mais longe do Equador, a incidência de luz solar é menor.

Figura 9 - Incidência dos raios solares sobre a terra.



Fonte: [http://geografalando.blogspot.com.br/2013/03/estrutura-geologica-brasileira\\_3066.html](http://geografalando.blogspot.com.br/2013/03/estrutura-geologica-brasileira_3066.html)

#### 2.4.2.2.3 Relevo

É um conjunto de irregularidades que a superfície terrestre apresenta.

O relevo pode facilitar ou dificultar as circulações das massas de ar, influenciando na temperatura e na organização climática. No Brasil, por exemplo, as serras no Centro-Sul do país formam uma “passagem” que facilita a circulação da massa polar atlântica e dificulta a massa tropical atlântica (Figura 10).

Figura 10 - Chuva orográfica devido à presença de relevo.



Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABPk8AK/apostilar-climatologia-metereologia?part=5>

O relevo brasileiro é composto por planaltos (áreas de altitudes variadas e limitadas, em um de seus lados, por superfície rebaixada), planícies (regiões geográficas mais baixas do que as áreas em sua volta) e depressões (Área caracterizada por superfície relativamente plana).

#### 2.4.2.2.4 Vegetação

É um reflexo das condições naturais, e de variações de solos e climas de um determinado local. A vegetação impede a incidência total dos raios solares na superfície. Por isso, com o desmatamento há diminuição de chuvas, visto a umidade diminuir, e há um aumento da temperatura na região (Figura 11).

Figura 11 - Vegetação original do território brasileiro



Fonte: <http://geografiasuperior.blogspot.com.br/2016/08/vegetacao-brasileira.html>

#### 2.4.2.2.5 Altitude

É a distância em metros medida na vertical desde o nível médio das águas do mar até um determinado lugar (Figura 12).

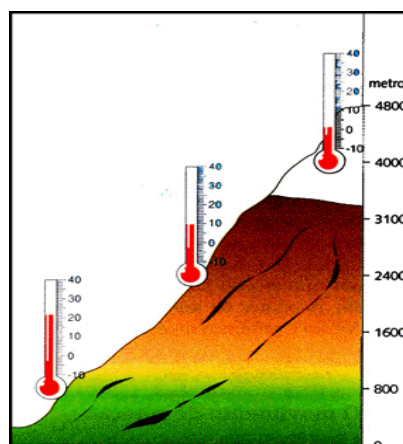
Figura 12 - Representação da altitude



Fonte: <http://geografalando.blogspot.com.br/2012/11/clima-influencia-da-latitude-e-altitude.html>

Quanto maior a altura, menor a temperatura (Figura 13). Isto acontece porque a concentração de gases e de umidade à medida que aumenta a altitude é menor, o que vai reduzir a retenção de calor nas camadas mais elevadas da atmosfera, logo quanto mais altura, menos radiação.

Figura 13 - Influência da altitude na temperatura.



Fonte: <http://geoconceicao.blogspot.com.br/2012/03/clima-resumo-muitas-pessoas-confundem.html>

#### 2.4.2.2.5 Continentalidade e Maritimidade

Estes fenômenos estão relacionados com a interferência da proximidade ou distância de um determinado local com relação às grandes quantidades de água, tais como os oceanos ou mares.

Quanto mais próximo dos grandes corpos hídricos, menor será a variação de temperatura (maritimidade), e quanto mais distante as grandes massas líquidas, maior

será a variação de temperatura (continentalidade). Por isso climas continentais possuem uma grande variação de temperatura.

### ***2.4.3 Mudanças Climáticas***

Muitas indagações associadas ao tema Mudanças Climáticas são feitas rotineiramente em nosso cotidiano através da mídia, entretanto, diferente do que os meios de comunicação abordam, muitas dúvidas surgem sobre esse tema, ainda sem resposta, pois há muitas controvérsias, discussões e incertezas, principalmente no que diz respeito a suas origens, causas e efeitos<sup>24</sup>.

A Física, por sua característica de ciência fundamental, proporciona concepções e paradigmas para uma oportuna clareza desse tema. Assim, reputa-se que esse assunto, pode ser particularmente tratado em sala de aula por professores e alunos, devido à viabilidade em poder se utilizar uma vasta gama de conceitos físicos fundamentais e/ou impulsionarem o desenvolvimento de propostas educativas.

Há justificativas que mostram que as mudanças climáticas são causadas por fatores naturais, no entanto, há fatores que indicam que a ação humana tem aumentado essas modificações, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) afirma que há 90% de certeza que o aumento de temperatura na Terra está sendo causados pela ação do homem ao longo dos últimos 250 anos. (VIEIRA e BAZZO, 2007)

Desde o final do século XIX, tem-se observado um aumento gradual da temperatura na superfície do planeta. Esse evento tem causado diversas mudanças climáticas como a elevação do nível do mar, diminuição do volume de gelo, eventos climáticos extremos, aumento do efeito estufa, aumento das ondas de calor, entre outras. (VIEIRA e BAZZO, 2007)

Alguns estudiosos defendem que as mudanças climáticas podem ser provocadas por causas naturais, como as alterações na radiação solar, movimentos da órbita da Terra, aumento da quantidade de nuvens, diminuição das florestas, entre outros.

---

<sup>24</sup> Fonte: Monique Maia e Julio Cruz Neto / Agência Brasil

Entre esses estudiosos, um que representa a América Latina, se destaca em particular, o professor Luiz Carlos Molion<sup>25</sup> que afirmou a Folha de São Paulo em 2014 que “Homem não controla o clima e mundo está esfriado”. Molion afirma que não há mudanças climáticas, o aquecimento global e efeito estufa não existem, as maiorias dos ambientalistas e climatologistas estão errados e que as projeções de aumento de temperatura são fictícias.

A hipótese de que a temperatura do planeta está aumentando é baseada em três argumentos: a observação do aumento da temperatura do ar da superfície terrestre nos últimos 150 anos, o aumento de gás carbônico a partir de 1958 e os resultados coletados com modelos de simulação do clima.

Em seu artigo *Desmitificando o Aquecimento Global*, Molion declara que esses três aspectos mostram deficiência e os estudos apontam que o aumento da temperatura é questionável, a intensificação do efeito estufa não é comprovado pela ação humana e os modelos de simulação do clima, não concluem o aquecimento global em fato científico irrevogável.

O argumento levantado pela comunidade científica de que o aumento de CO<sub>2</sub> (gás carbônico) acelera a elevação de temperatura na Terra, é totalmente criticada pelo professor Molion (2014), “o gás carbônico não controla o clima global, não faz sentido essa discussão toda em cima da emissão de gás carbônico”.

O mundo natural – plantas, animais, o mar – jogam, por ano, 200 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> no ar; a ação humana, no entanto, é responsável por "apenas 7 bilhões" de toneladas.

[...] Quanto mais CO<sub>2</sub> na atmosfera melhor. Alguns estudos mostram que se dobrar o gás carbônico, as plantas aumentaram de produtividade. “Reduzir as emissões é gerar menos energia elétrica, é aumentar miséria e desigualdade no planeta.” (MOLION, 2014).

Em entrevista ao site Correpar<sup>26</sup>, Luiz Carlos Molion “desfaz” mitos “verdes” sobre causas da seca, e refuta a teoria de que as mudanças climáticas são resultados da

---

<sup>25</sup> Professor da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), Pós-doutor em meteorologia e membro do Instituto de Estudos Avançados de Berlim.

<sup>26</sup> A Correpar, Corretora de Mercadorias Agrícolas, dedica-se há duas décadas à comercialização agrícola, com uma missão clara e definida: ser fonte de informações no mercado agrícola, visando, como corretora, oferecer negócios seguros de maneira rápida e confiável aos responsáveis pelo agronegócio.

ação agrícola e industrial. Utilizando dados do Instituto Nacional de Meteorologia, o climatologista, apontou que em 2014 choveu 70% da média prevista. A atenuação das chuvas coincide com um ciclo de 50 a 60 anos, em que o Oceano pacífico esfria ou permanece imparcial. Assim, a cada 25/30 anos chove muito e nos próximos 25/30 anos chove pouco. Até 2020 as chuvas estarão inferior a média de longo período, ou seja, a média dos últimos 60 anos.

O climatologista argumenta que as alterações climáticas são determinadas pela variação cíclica dos oceanos, pois constituem a maior quantidade de massa da Terra, absorvem luz e regulam as chuvas. Quando a uma diminuição na temperatura dos oceanos, a atmosfera também esfria, e conseqüentemente, evapora-se menos água e chove menos, porém quando o procedimento contrário acontece, o aquecimento dos oceanos provoca o aquecimento da atmosfera e assim acarreta uma maior quantidade de chuvas.

O Pacífico ocupa 33% da superfície da Terra, e por isso exerce grande influência climática nos continentes limieiros. Quando ele aquece, surge o fenômeno chamado de “El Niño” que traz muitas chuvas para o sul e o sudeste do Brasil. “La Niña” é o processo oposto. Mas, quando o oceano está neutro, não se tem previsão do que pode acontecer. E isso é o que está acontecendo: o Pacífico está neutro desde 2012. (MOLION, 2015).

Quanto à questão de que a Terra está esfriando e não esquentando, Molion (2014) afirma “o mundo está resfriando, o sol tem ciclos de 100 anos, ele já está no ‘mínimo’ desde 2008, o que leva os oceanos a esfriar”, o nosso planeta já transcorreu por quatro períodos quentes, revezando com outros mais frios. Esse arrefecimento terrestre já ocorreu no século 20, entre os anos de 1943 e 1978, época em que a temperatura do Pacífico esfriou como está ocorrendo nesses últimos anos.

Em entrevista ao Eng. Thomas Renatus Fendel, Molion explica sobre o resfriamento global:

No último milhão de anos, há evidências, gravadas nas rochas, que a Terra passou por 9 glaciações. Cada glaciação dura cerca de 100 mil anos, com temperaturas 10°C a 15°C abaixo das atuais, e são interrompidas por períodos mais quentes, os interglaciais, que duram cerca de 10 mil a 12 mil anos. Ou seja, o normal do clima do planeta é ser mais frio (90% do tempo)

que o período atual. A última era glacial terminou há 15 mil anos e é possível que o clima, paulatinamente, esteja indo para uma nova era glacial. Físicos solares russos afirmam que estamos entrando num período frio semelhante à chamada Pequena Idade do Gelo (PIG) que ocorreu entre os anos 1350 a 1920, um período muito frio, com temperaturas cerca de 1,5°C, em média, abaixo das atuais, com frustrações de safras, fome, pandemias e muita miséria principalmente na Europa, de onde vêm os nossos registros. Portanto, resfriamentos são cíclicos, com períodos de décadas (amenos) a centenas de anos (rigorosos) e, certamente, vão se repetir num futuro próximo. (MOLION, 2011).

Outro destaque que o professor também ressalta é o degelo do Ártico e Antártico, é um fenômeno que ocorre naturalmente, que já aconteceu várias vezes no passado e é ocasionado pelo maior deslocamento de calor pelas correntes marítimas. Desde 2012 o gelo no Ártico está voltando a subir e na Antártica, desde 1979, há um aumento de 60 milhões de massa de gelo por ano.

Mesmo em oposição a muitos ambientalistas e pesquisadores, o climatologista não se diz em desacordo com a preservação ambiental: “não é porque acho que o homem não impacta na temperatura da terra que eu não defenda a conservação ambiental. Eu defendo a conservação, porque é de extrema importância para a humanidade.” (MOLION, 2014).

#### *2.4.3.1 Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC*

Criado em 1988 pela Organização Mundial de Meteorologia (WMO) e pelo Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas (UNEP) o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) é um órgão científico sob os cuidados das Nações Unidas (ONU).

É uma organização enorme, possui atualmente 195 países inscritos (membros da ONU e da Organização Mundial de Meteorologia). As principais decisões são tomadas por uma Assembleia de representantes dos governos.

Milhares cientistas de todo o mundo contribuem para o trabalho do IPCC numa base voluntária como autores, contribuintes e revisores. Nenhum deles é pago pelo IPCC. O trabalho do IPCC é orientado por um conjunto de princípios e procedimentos.



As avaliações das mudanças climáticas feitas pelo IPCC, permitem que os formuladores de políticas em todos os níveis de governo tomem decisões sólidas baseadas em evidências.

As revisões e relatórios do IPCC são efetuados por três grupos de trabalho, divididos da seguinte maneira:

Tabela 9 – Função de cada Grupo de trabalho do IPCC

<b>Grupo de Trabalho I</b>	<b>Grupo de Trabalho II</b>	<b>Grupo de Trabalho III</b>
É responsável pela “base física e científica da mudança do clima.	Se ocupa do “impacto da mudança de clima, adaptação e vulnerabilidade	Analisa a “mitigação (ação) das mudanças climáticas”.

Fonte:[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/mudancas\\_climaticas/ipcc\\_e\\_unfccc/grupos\\_de\\_trabalho\\_-\\_ipcc.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/mudancas_climaticas/ipcc_e_unfccc/grupos_de_trabalho_-_ipcc.html)

Além desses três grupos, há ainda a “Força Tarefa de Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa”, que desenvolve e define uma metodologia para calcular e reportar a emissão dos gases de efeito estufa.

O IPCC está atualmente em seu Sexto Ciclo de Avaliação. Durante este ciclo, o Painel produzirá três Relatórios Especiais, um Relatório Metodológico sobre Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa e o Sexto Relatório de Avaliação (AR6).

A 43ª Sessão do IPCC, realizada em abril de 2016, concordou que o Relatório de Síntese AR6 seria finalizado em 2022 a tempo para a primeira avaliação global, quando os países analisarem o progresso em direção ao seu objetivo de manter o aquecimento global bem abaixo dos 2°C, para limitar a 1,5 °C. As três contribuições do Grupo de Trabalho para a AR6 serão finalizadas em 2021.

#### 2.4.3.2 *Efeito Estufa*

A concentração de gases como o dióxido de carbono e o metano na atmosfera, além de poluentes particulados, é, hoje, a maior dos últimos 800 mil anos. Seu acúmulo visível em cidades industriais, como em algumas metrópoles chinesas, aumenta a retenção do calor solar no planeta.

A maioria dos planetas que tem atmosfera, experimentam alguma elevação da temperatura de sua superfície devido ao efeito de acobertamento pela atmosfera, o fenômeno se comporta da mesma forma de uma estufa<sup>27</sup> de plantas, o chamado efeito estufa<sup>28</sup>.

Se não possuíssemos atmosfera, a Terra seria um corpo negro<sup>29</sup> com uma temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$ , a presença da atmosfera terrestre é o que mantém a sua temperatura em torno dos  $15^{\circ}\text{C}$ .

O efeito estufa em Vênus é bem maior, pois tem uma temperatura superficial mais alta do que Mercúrio, embora seja mais distante do sol que este. Isso acontece por causa da grande de  $\text{CO}_2$  na atmosfera de Vênus.

A atmosfera marciana é rarefeita, e a pressão atmosférica na superfície varia de 30 Pa (0.03 kPa) no pico do Olympus Mons para mais de 1155 Pa (1.155 kPa) nas depressões de Hellas Planitia, com uma pressão média na superfície de 600 Pa (0.6 kPa), comparado à pressão terrestre de 101.3 kPa. A atmosfera de Marte consiste em 95% de dióxido de carbono, 3% nitrogênio, 1.6% argônio, e ainda traços de oxigênio, água, e metano. A atmosfera de Marte é bastante empoeirada, dando ao céu marciano uma cor amarelada quando vista da superfície; dados da Mars Exploration Rovers indicam que partículas suspensas possuem aproximadamente 1.5 micrômetros<sup>30</sup>.

Outro fenômeno conhecido é que a atmosfera de Marte está vazando lentamente para o universo. São expelidos gases como oxigênio, hidrogênio e dióxido de carbono. A cada segundo, Marte perde 100 gramas de gases. Parece pouco, mas em bilhões de anos, é algo considerável.

---

<sup>27</sup> Estufas são locais fechados com paredes e tetos de vidro transparentes à energia radiante proveniente do sol, são utilizadas principalmente em locais onde o inverno é bastante rigoroso, para o cultivo de verduras, legumes e até mesmo de flores.

<sup>28</sup> É relevante salientar que o vocábulo *efeito estufa* ocorre em estruturas usadas com o objetivo de aumentar a energia térmica do sistema, de tal forma, que a temperatura em seu interior seja maior que a temperatura externa. Isso só é possível, pois há uma superfície que mantém a energia aprisionada. Porém na Terra, esse termo talvez não seja o mais adequado, pois não há uma superfície rígida que desempenhe esse papel (o de aprisionar a energia térmica), isso é proporcionado pelos gases presentes na atmosfera.

<sup>29</sup> Corpo negro é um corpo ideal que absorve *toda* a radiação térmica que incide nele. É um absorvedor perfeito, seu poder de absorção  $a = 1$  (100%). O estudo do seu espectro fez nascer o estudo da *mecânica quântica*.

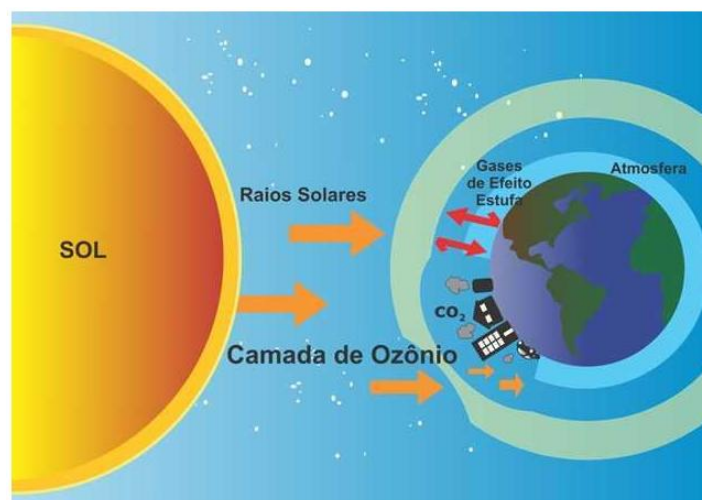
<sup>30</sup> Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Atmosfera\\_de\\_Marte](https://pt.wikipedia.org/wiki/Atmosfera_de_Marte)

O dióxido de carbono é um gás opaco à radiação infravermelha, quando a superfície do planeta absorve a luz solar, parte desta é irradiada como calor (radiação infravermelha), o dióxido de carbono na atmosfera impede que essa radiação escape para fora. Em consequência a superfície aquece.

Na Terra a quantidade de dióxido de carbono foi reduzida como consequência da existência de vida. Na ausência de vida, provavelmente teríamos uma atmosfera mais massiva e dominada por CO<sub>2</sub>.

Durante o dia a Terra recebe calor (energia radiante) do Sol e durante a noite irradia esse calor de volta para o espaço. No entanto, os gases (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, entre outros e vapor de água) impedem que uma boa parte dessa energia seja liberada para o espaço, ficando assim retida em nossa atmosfera (Figura 14).

Figura 14 – Representação do efeito estufa na superfície terrestre.



Fonte: <http://guiadicas.net/efeito-estufa-e-sua-importancia-para-a-vida-na-terra/>

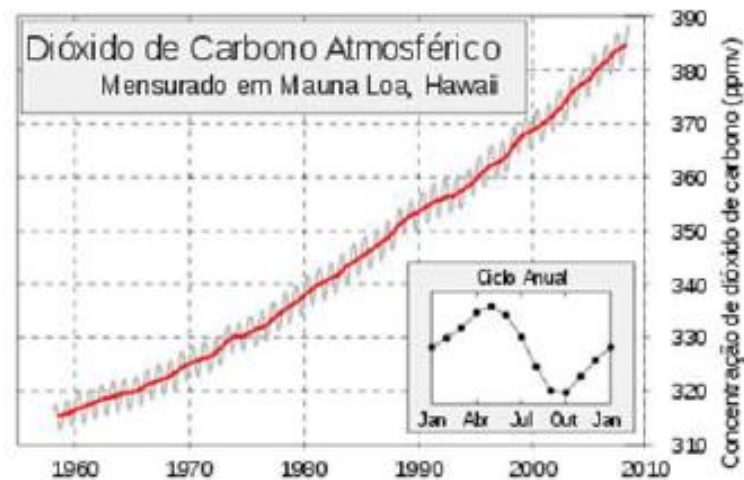
Desde a formação da Terra, a atmosfera vem se alterando, tanto por efeitos naturais quanto pela ação humana e essas alterações causam variações na intensificação do efeito estufa. Não se sabe ao certo, qual a atuação humana nas modificações dos gases que intensificam esse efeito e nem o cenário climatológico que essas modificações provocam. As mudanças no efeito estufa originam-se do acúmulo dos gases-estufa, do comprimento de onda no qual o gás absorve radiação, da intensidade de absorção por molécula, da existência de outros gases que absorvem fortemente no mesmo comprimento de onda e do seu tempo de residência da atmosfera. (BAIRD, 2002).

Alguns cientistas defendem que uma das causas da mudança da atmosfera pelo homem está na emissão de CO<sub>2</sub>, pois a concentração deste gás na atmosfera intensifica o efeito estufa, porém a controvérsias relacionadas a este fato. Molion defende que os cientistas que fazem parte da fraude do Aquecimento Global Antropogênico (AGA), o fazem pela quantidade de dinheiro que é investido nas pesquisas sobre mudanças climáticas e afirma:

A absorção de radiação infravermelha pelos gases de efeito-estufa (GEE), como o CO<sub>2</sub>, é ínfima. Em outras palavras, no que se refere ao balanço de energia da atmosfera, eliminando-se totalmente o CO<sub>2</sub> de nossa atmosfera, a temperatura do ar próximo à superfície seria a mesma, não haveria mudança detectável pela instrumentação atual. Vai ser muito difícil reverter essa situação, pois ela é dominada pelos segmentos da sociedade que tem interesse no AGA por um lado e, por outro, pela falta do conhecimento científico ou de interesse em analisar o fenômeno com maior rigor científico. Minha preocupação maior é que essas afirmações, sem comprovação científica, como “o homem aquece o clima do planeta”, “o homem destrói a camada de ozônio”, já estão nos livros das criancinhas (ensino fundamental e médio). Não se pode colocar “hipóteses” nesses livros. Isso não é educação e sim lavagem cerebral! No futuro, quando se aperceberem o clima é variável por sua própria natureza, ou que estamos num “resfriamento global”, tais ensinamentos serão repudiados, como repudiamos o período da Idade Média, a chamada “Era das Trevas”, ique muito dificultou o avanço da Ciência.

Segundo o IPCC, há dados que mostram que os níveis de CO<sub>2</sub> subiram desde a primeira Revolução Industrial, principalmente em virtude da expansão da utilização de combustíveis fósseis. Essa alegação está fundamentada nas medições feitas nos últimos 50 anos no observatório de Mauna Loa, Havaí (Figura 15).

Figura 15 – Curva de Kelling<sup>31</sup>: Concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico medidos no observatório em Mauna Loa.



Fonte: Adaptado de Murray-Rust, P. (2009)

Os dados do gráfico foram coletados no Hemisfério Norte, a linha vermelha mostra a variação de uma determinada estação do fluxo de CO<sub>2</sub> entre a atmosfera, fauna e flora dessa região. O gráfico menor em destaque mostra essa variação ao longo do ano. Esse fluxo de crescimento e decrescimento deve-se ao processo de fotossíntese, pois a sua diminuição ocasiona um aumento na quantidade desse gás na atmosfera.

Autores como Hieb & Hieb (2006), defendem que não há dados suficientes que comprovem que a queima de combustíveis fósseis origine um aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, no entanto, ressaltam que a ação humana está interferindo de forma considerável em um processo denominado *ciclo anual do carbono*.

Afere-se que 4 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> armazenem-se na atmosfera anualmente (GtC/ano), de acordo com a Tabela 10, observa-se que a biosfera e os oceanos são escoadouros de dióxido de carbono enquanto as principais fontes são a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento.

---

<sup>31</sup> Charles Keeling, cientista químico escolhido para efetuar as medições de alta precisão da concentração atmosférica de CO<sub>2</sub>. Estudante de doutorado no Califórnia Institute of Technology, construiu dois instrumentos que lhe permitiam medir a concentração de CO<sub>2</sub> e observar a sua oscilação diurna.

Tabela 10 – Fontes e escoadouros de CO<sub>2</sub>

<b>Fluxo de CO<sub>2</sub> atmosférico</b>	<b>GtC/ano</b>
<b>Origem</b>	<b>Balanco</b>
Biosfera	-2
Oceanos	-3
Queima de combustível fóssil	+8
Desmatamento	+1
Balanco anual	+4

Fonte: Adaptado de NOAA (2009)

Analisando a Tabela 10, observa-se que os oceanos compõem-se de um dos maiores sumidouros do planeta, no entanto, atmosfera e biosfera também fazem parte desse processo. Quanto mais elevada à temperatura da água do mar, menor é a absorção de dióxido de carbono na atmosfera e vice-versa.

Como a temperatura dos oceanos aumentou ao longo do Século XX, a concentração de CO<sub>2</sub> já poderia ser superior à medida atualmente, considerando apenas as emissões antropogênicas, no entanto, alguns autores citam que o fluxo de dióxido de carbono absorvido pelos oceanos foi estimado em 92 GtC/ano, um erro de 10% nessa estimativa corresponde a um valor três vezes maior que a que fica armazenada na atmosfera terrestre todo ano (MOLION, 2014).

Segundo o climatologista Molion (2014),

Não há comprovação que o CO<sub>2</sub> armazenado na atmosfera seja originário de emissões antropogênicas. Afirma-se que o CO<sub>2</sub> atmosférico tenha aumentado na taxa anual de 0,4%, correspondendo a um incremento de 3 bilhões de toneladas de carbono por ano (GtC/ano) armazenadas na atmosfera. De acordo com o Sumário do IPCC, somente as emissões por queima de combustíveis fósseis totalizariam 7 GtC/ano. Estima-se que os oceanos, por sua vez, absorvam 2GtC anuais. Portanto, o balanço não fecha, e ainda faltaria encontrar o sumidouro das 2 GtC/ano restantes, fluxo esse que foi denominado “o carbono desaparecido” na literatura. A vegetação - florestas nativas, como a Amazônia, e plantadas - possivelmente seria a sequestradora desse carbono.

As alegações citadas acima, não corroboram com a ideia de que o aumento da concentração de dióxido de carbono atmosférico seja ocasionado pela ação humana, queima de combustíveis fósseis, agropecuária, hidroelétricas, entre outros.

O 5º Relatório (AR5) do IPCC, lançado no final de setembro de 2013, ficou confuso e obscuro. O relatório insistiu em afirmar que a temperatura média do planeta tem aumentado e que 95% desse aumento é provocado por atividades humanas, no entanto, os dados observados, mostraram que a temperatura média global está diminuindo, ao mesmo tempo que a concentração de CO<sub>2</sub> aumentou 10% no mesmo intervalo.

Essa estabilidade na temperatura média global e o ligeiro declínio há 16 anos, tem sido chamado de hiato do clima, o IPCC, tem tentando esclarecer esse fato, com fundamentos não comprovados, como o de que esse excesso de calor seria absorvido pelos oceanos, erupções vulcânicas, dentre outros fenômenos.

É sabido e não se pode negar que ocorreu um aquecimento global entre 1976-1988, mas foi por motivos naturais e já se encerrou e a mais provável causa desse aquecimento foi a repetição de eventos El Niño intensos.

O fato de esse aquecimento ter ocorrido por uma variabilidade natural do clima, não dá a liberdade ao homem para continuar a degradar o meio ambiente. Sabe-se que o aquecimento global é resultante de tudo que se passa no Universo e atinge o clima planetário e ciente de que o aumento da população é irrevogável, a sensatez aconselha a adoção de políticas de conservação ambiental além de mudanças de hábitos de consumo. A humanidade precisa buscar novos métodos para sobreviver, para que as gerações futuras possam dispor de recursos naturais que ainda se dispõe atualmente.

### 3 METODOLOGIA

Um dos meios em que a tecnologia impulsiona, instiga, contribui e provoca a educação, é por intermédio de objetos de aprendizagem. Tais instrumentos ajudam os professores na construção e gerenciamento de aulas mais interativas e criativas, onde os alunos conseguem apropriar-se de conceitos difíceis de uma forma bastante simples e eficiente.

O OA Física da Atmosfera trabalha o tema Atmosfera sob um viés da Física, possibilitando mostrar que ao aproximar contextualização e tecnologias de informação e comunicação no seguimento de ensino-aprendizagem consente tornar conteúdos abstratos de Física mais aprazíveis.

#### 3.1 DELINEAMENTOS DA PESQUISA

O presente trabalho faz referência a uma pesquisa quantitativa e qualitativa e seu delineamento é baseado em um estudo de caso.

A pesquisa qualitativa trabalha sobre um enfoque investigativo, cuja principal objetivo é entender o fenômeno, relatar o objeto de estudo, explanar seus valores e suas relações, e no qual o pesquisador e pesquisado são sujeitos assíduos no incremento da análise científica.

A pesquisa quantitativa trabalha com uma finalidade específica, seguindo um padrão linear, pragmático, resultando da obtenção de dados específicos.

Segundo Silva (2013), a pesquisa quantitativa irá traduzir em números as informações e opiniões para obter a análise dos dados e assim chegar a uma conclusão. Já a pesquisa qualitativa, consiste por aquilo que não pode passar por uma contagem, pois a realidade e o sujeito não podem ser separados.

Com base nesses princípios, afirma-se que a pesquisa qualitativa tem um caráter exploratório, uma vez que estimula o entrevistado a pensar e a se expressar livremente sobre o assunto em questão. Na pesquisa qualitativa, os dados, em vez de serem tabulados, de forma a apresentar um resultado preciso, são retratados por meio de relatórios, levando-se em conta aspectos tidos como relevantes, como as opiniões e comentários do público entrevistado. (<http://monografias.brasilecola.com/regras-abnt/pesquisa-quantitativa-qualitativa.htm>)



A pesquisa qualitativa pode ser vista como uma metodologia baseada em modelos que proporcionam percepções e envolvimento do contexto do problema (MALHOTRA, 2006), em contra partida, a investigação quantitativa apresenta um padrão linear, partindo da definição do problema da investigação até a apresentação dos resultados (LIMA, 2001).

Na conjuntura de um estudo de caso, objetivado em coletar e analisar os dados sobre uma visão individual e torná-la mais ampla, com base nesse viés, o pesquisador aprofunda-se no assunto de pesquisa e não se preocupa com limitações de comparação com outros casos. Além disto, é concebível observar comportamentos no seu contexto natural, criar experimentos que utilizem o sujeito como seu próprio controle (GUNTHER, 2006 apud STANLEY, 1963; IBRAHIM, 1979), bem como realizar entrevistas, aplicar questionários ou administrar testes.

O método quantitativo, quando fundamentado em um viés de contribuir para a expansão do conhecimento, deve ser visto como uma possibilidade importante a ser adotado. Quando bem cumprida, a pesquisa quantitativa fornece um grau de generalidade útil ao pesquisador. No entanto, o método qualitativo possibilita compreender inúmeros aspectos da realidade, considerando a passionalidade dos sujeitos.

Agregar os métodos qualitativos e quantitativos diminui a exclusividade de um único método, tornando o trabalho versado e rico em termos dos dados coletados, assim o referido trabalho destaca-se sob a ótica da pesquisa qualitativa, não deixando de enfatizar que na análise dos dados a pesquisa assumira um caráter também quantitativo.

### 3.2 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Inicialmente entrou-se em contato com os coordenadores do polo de Quixadá e de Mossoró e solicitou-se um tempo com os alunos para que fosse aplicado o produto. A aplicação ocorreu no dia 02 de junho de 2017 no polo do Quixadá com 31 alunos e no dia 23 de junho de 2017 no polo de Mossoró com 17 alunos, em um tempo aproximado de uma hora e meia.

Antes do encontro, foi enviado por email para todos os alunos mestrandos, o Manual de Instrução para utilização do software, que se encontra no APENDICE B, para que estes já tivessem conhecimento do material que seria apresentado.

No dia do encontro, foram apresentados inicialmente aos professores participantes em forma de slides o objetivo geral, específicos, justificativa e a metodologia do referido produto (Figura 16).

Após os slides, foi apresentado o software, por completo, para que estes pudessem ter uma visão completa do que está sendo abordado no objeto de aprendizagem. Foram levados para os encontros, cinco computadores com o software instalado, assim após a exposição do software, dividiu-se a sala em cinco grupos e entregou para cada grupo um computador para que pudessem ter um contato pessoal com o software e pudessem mexer a vontade.

Passado alguns minutos, foi entregue o questionário de 26 questões (APÊNDICE A), para que pudessem respondê-lo (Figura 17 e 18).

Figura 16 – Apresentação do produto através de slides

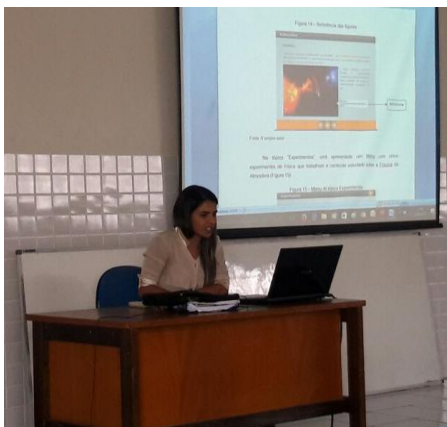
a)



b)



c)



Fonte: a própria autora

Figura 17 – Mestrandos de Quixadá

a)



b)



a) Interação com o software

b) Responder o questionário

Fonte: a própria autora

Figura 18 – Mestrandos de Mossoró

a)



b)



a) Mestrandos atentos à apresentação

b) Respondendo o questionário

Fonte: a própria autora

### 3.3 DESENVOLVIMENTOS DA PESQUISA.

O instrumento de coleta de dados empregado nesta investigação baseia-se em um questionário de 26 questões, que se encontra no APÊNDICE A. As questões são relativas às percepções dos professores quanto ao ensino da Física da Atmosfera no Ensino Médio e a utilização do objeto de aprendizagem (software) criado para este fim.

O instrumento baseia-se em três etapas:

- 1) Identificação;
- 2) Questionário;
- 3) Aceitação do software.

A primeira etapa visa conhecer o público alvo da pesquisa quanto a sua identificação profissional e acadêmica, a segunda etapa, dividida em duas fases, procura conhecer a formação do docente e avaliar o ensino da Física da Atmosfera no Ensino Médio, analisando a importância desse conteúdo aos discentes, diagnosticando como os livros didáticos utilizados pelos professores participantes abordam o referido conteúdo, e, por fim, a terceira etapa, procura validar junto aos professores o software desenvolvido para o ensino da Física da Atmosfera.

A finalidade da primeira etapa do questionário é a identificação profissional e acadêmica dos professores participantes, com indagações sobre:

- a) idade e sexo;
- b) série que ensina;
- c) tempo de ensino;
- d) instituição em que trabalha;
- e) tipo de vínculo empregatício;
- f) carga horária;
- g) formação acadêmica.

Já a segunda etapa, com a finalidade de conhecer a formação do docente, indagou-os com questões do tipo:

- a) qual a sua formação?
- b) por que escolheu esse curso?
- c) como foi a sua formação?
- d) de alguma maneira o seu curso de formação o incentivou a ensinar sobre a Física da Atmosfera?
- e) que sentimento mantém pela profissão?

Averiguou também se o professor já abordou de alguma forma a Física da Atmosfera em sala de aula, a opinião e expectativas do mesmo sobre este conteúdo, além de conhecer o livro que trabalha e se este faz referência a algum conteúdo de Física da Atmosfera, e por fim, foi solicitado que o professor indicasse em quais séries do Ensino Médio seria possível trabalhar os conteúdos de Física da Atmosfera.

A terceira etapa do instrumental levantou questões sobre a importância da utilização do software em sala de aula, se o professor usaria e de que forma ele faria isso. Indagou-os com questões do tipo:

- a) o aluno se tornaria interessado em aprender Física da Atmosfera através deste objeto de aprendizagem?
- b) o software pode desenvolver no aluno uma motivação para aprender outros conteúdos de Física?
- c) existe algum software que aborda a Física da Atmosfera?

E por fim, solicitou ao professor participante que expressasse a sua opinião geral e o que poderia ser melhorado no referido objeto de aprendizagem.

### 3.4 ESPAÇO AMOSTRAL

O instrumental desta pesquisa foi aplicado a quarenta e oito professores que fazem parte do Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) do polo de Quixadá, no Estado do Ceará e do polo de Mossoró, no Estado do Rio Grande do Norte.

Dos quarenta e oito professores participantes, trinta e sete são do Estado do Ceará, quatro do Estado do Rio Grande do Norte, dois do Estado do Piauí e cinco destes não identificaram a sua naturalidade.

Destes 48 professores, oito possuem idade entre 20 e 29 anos, 33 possuem idade entre 30 e 39 anos, seis entre 40 e 49 anos e um não se identificou.

Dentre os participantes, quarenta e seis são homens e apenas dois são mulheres. Esse dado torna-se interessante, pois demonstra que o número de mulheres formadas na área de Física ainda é bastante reduzido.

Quanto às séries do Ensino Médio que ministram, dois atuam no Fundamental II, trinta e nove em todas as séries, um apenas no 1º e 2º anos, três no 2º e 3º anos e dois no 1º e 3º anos.

Em relação ao tempo de ensino, um professor não identificou, três estão no magistério em um período entre 1 a 5 anos, dezessete ensinam há pelo menos 10 anos, dezesseis professores estão na profissão há 15 anos, e onze atuam há pelo menos 25 anos.

Quanto ao vínculo empregatício dos mestrandos, nove são professores temporários, trinta e cinco são professores efetivos e quatro trabalham na rede privada e nove trabalham na rede pública e privada. A carga horária destes varia entre 20 e 60 horas semanal, com vinte e nove professores atuando em uma carga de 40 horas semanalmente.

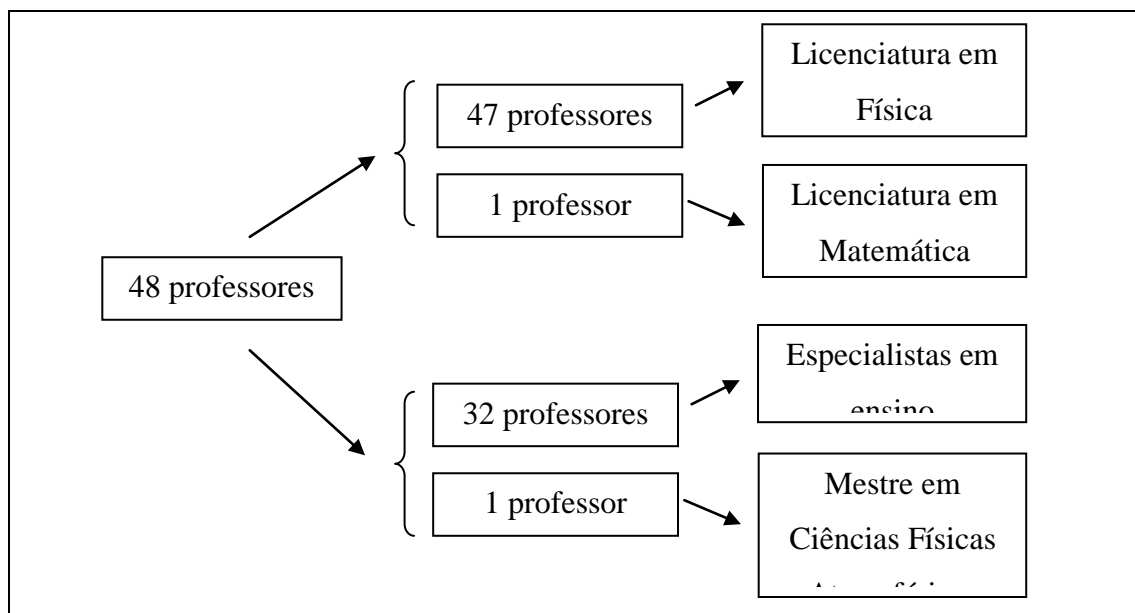
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão apresentados os dados coletados na segunda e terceira etapa do questionário, aplicado aos quarenta e oito mestrandos.

A segunda etapa, compostas pelas questões 1 a 17, procurou conhecer o perfil do participante referente à sua formação (questões 1 a 7), e, a opinião deste quanto ao ensino da Física da Atmosfera no Ensino Médio (questões 8 a 17).

Assim a primeira questão trata da formação do docente, onde a pesquisa mostrou que dos 48 professores, 47 são formados em Licenciatura em Física e 1 é formado em Licenciatura em Matemática, trinta e dois possuem pós-graduação na área de ensino e um possui Mestrado em Ciências Físicas Atmosféricas (Figura 19).

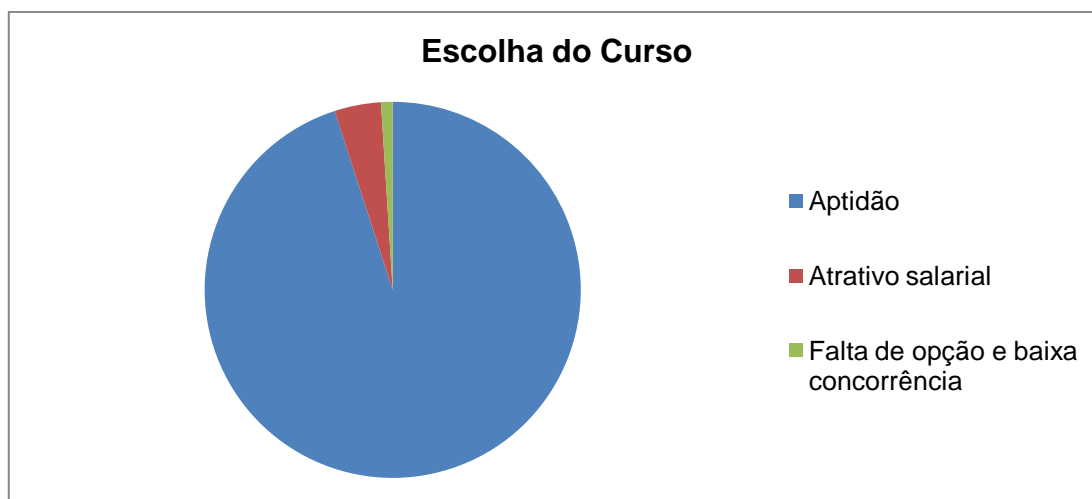
Figura 19: Amostra da formação dos participantes.



Fonte: a própria autora

Na segunda questão, ao serem indagados sobre o porquê de terem escolhido esse curso, 95% dos mestrandos reponderaram que foi por aptidão, 4% por atrativo salarial e 1% por falta de opção e baixa concorrência.

Gráfico 1 – Argumentos utilizados para a escolha do curso



Fonte: a própria autora

Os dados do Gráfico 1, deixam claro que muitos alunos ao ingressarem no Magistério de Física, escolheram-no por possuírem vocação e habilidade nessa área. O atrativo salarial infelizmente ainda não é um requisito, o que ocasiona a pouca procura pelos cursos de licenciatura em geral, gerando uma baixa concorrência e até a escolha deste por falta de opção em outra área.

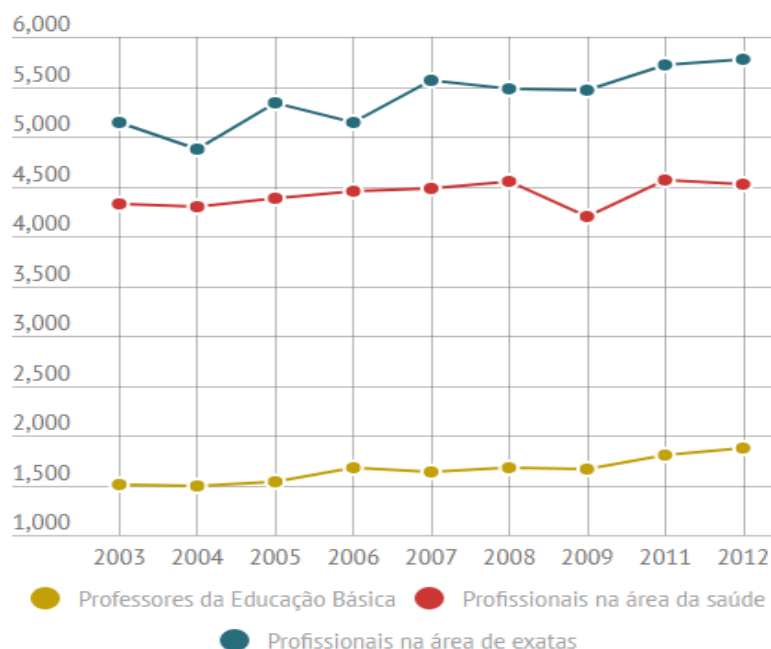
A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 2016, emitiu um relatório que analisou os dados da educação de 46 países e mostrou que o salário do professor brasileiro dos anos finais do ensino fundamental é menos da metade do que é pago, em média, aos docentes desse segmento nos países que compõem a OCDE.

Segundo os dados do “Education at a Glance 2016”, um professor brasileiro que ensina nos anos finais do ensino fundamental recebe em média US\$ 12.200 (cerca de R\$ 40.750) por ano, levando em conta o piso salarial da categoria em 2014, enquanto a média de salário entre os países da OCDE para um profissional do mesmo nível é de US\$ 31.000 (R\$ 105.540) anuais.

No Brasil, quando comparado com outras profissões, o salário do professor é metade do que recebem outros profissionais; enquanto outras categorias com curso superior ganham, em média, R\$ 29,00 por hora trabalhada, o professor brasileiro da educação básica recebe em média apenas R\$ 18,00 (Gráfico 2).



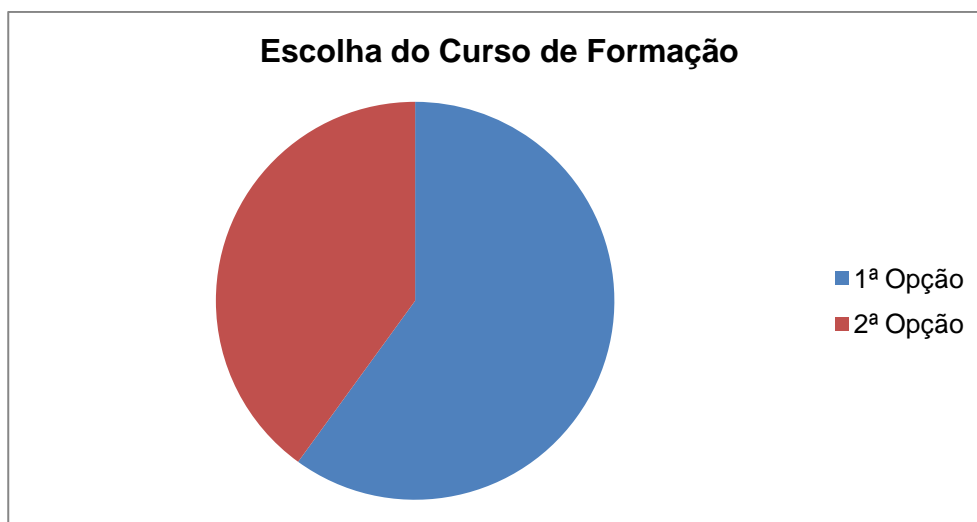
Gráfico 2 – Salário médio dos docentes em reais (R\$) em relação a profissionais de outras áreas.



Fonte: Observatório do PNE (PNAD/IBGE; ONG Todos pela Educação).

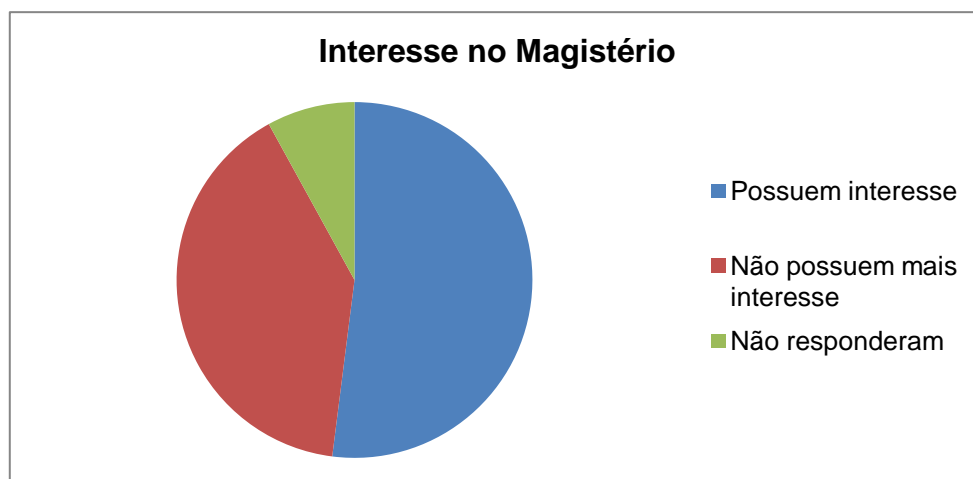
A terceira e quarta questão interpelou se houve outro curso como primeira opção e se ainda possuem algum interesse na mesma, antes de optarem pelo magistério. Na questão três, 60% informaram que não houve outro curso como primeira opção e 40% afirmaram que sim, houve outro curso como primeira opção (Gráfico 3). Na questão quatro, 52% informaram que ainda tem interesse na carreira do Magistério e 40% informaram que não, 8% não responderam (Gráfico 4). É provável que os motivos às respostas da terceira e quarta questão estejam relacionados à segunda questão em conexão ao quesito atrativo salarial, sabe-se que não há uma valorização e reconhecimento dos trabalhadores em educação.

Gráfico 3 – Ordem de opção de escolha do curso de formação



Fonte: a própria autora





Gráfico 4 – Interesse em continuar na profissão de magistério



Fonte: a própria autora

A quinta questão, averiguou qual a opinião do professor no que diz respeito a sua formação, 8% reponderaram como ótima, 62% classificaram-na como boa, 27% consideram-na regular e 3% a consideraram ruim (Tabela 11).




Tabela 11 – Opinião dos professores em relação a sua formação acadêmica

Ótima	Boa	Regular	Ruim
			
8%	62%	27%	3%

Fonte: a própria autora

Ao serem indagados sobre o sentimento que mantém pela profissão na questão seis, 90% dos professores participantes expuseram um parecer de dedicação, 4% de obrigação e 6% de necessidade (Tabela 12).

Tabela 12 – Opinião dos professores em relação ao sentimento que mantém pela profissão

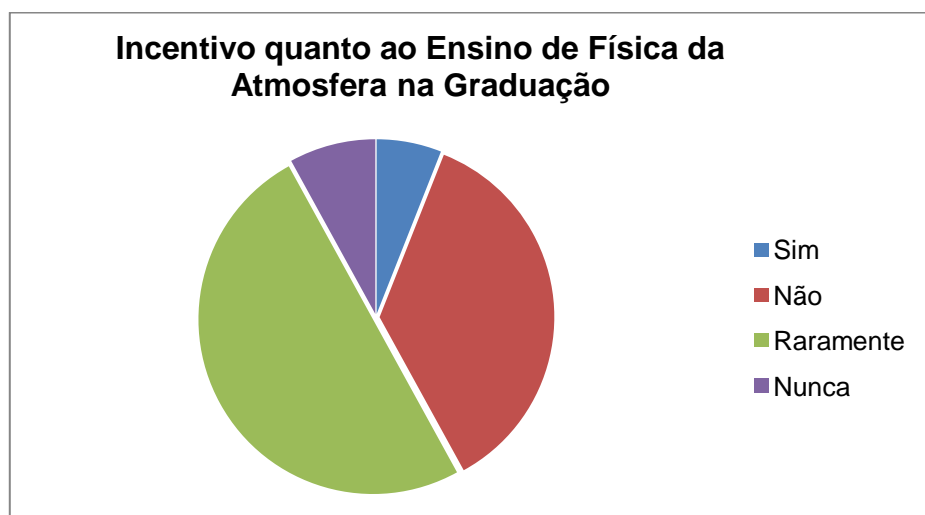
Dedicação	Obrigação	Necessidade
		
90%	4%	6%

Fonte: a própria autora

Verifica-se que há uma porcentagem considerável em dizer que há uma relação de dedicação com a profissão, ou seja, mesmo não sendo incitado em sua graduação e não possuindo atrativos salariais, isso não impede que o próprio professor, como agente ativo do conhecimento não possa por esforço próprio se instruir e se renovar.

Por fim, ainda tratando sobre a formação do professor, a sétima questão indagou-os se de alguma maneira o curso de graduação o incentivou ou valorizou o ensino de Física da Atmosfera no Ensino Médio, 6% redarguíram que sim, 36% replicaram que não, 50% informaram que raramente e 8% responderam que nunca (Gráfico 5), esses dados mostram que esse assunto é pouquíssimo abordado em sala de aula, tanto no curso Graduação quanto no Ensino Médio.

Gráfico 5 - Incentivo quanto ao Ensino de Física da Atmosfera na Graduação.



Fonte: a própria autora

Da oitava a décima sétima questão, sondou-se em relação ao ensino da Física da Atmosfera no Ensino médio.

A questão oito averiguou se o professor acha importante o ensino da Física da Atmosfera aos alunos do Ensino Médio e houve unanimidade nessa resposta, todos os entrevistados responderam que sim. Já na nona questão, procurou explorar se o este se sente preparado para ensinar a Física da Atmosfera, 54% afirmaram que sim e 46% afirmaram que não.

A importância de se estudar sobre a Atmosfera é imensa, tanto pelas implicações que ela gera em nossa vida, sejam pelos efeitos naturais ou pelos efeitos ocasionados devido à ação humana. Seu estudo integra muitas áreas utilizando padrões de sistemas que são relacionados com a física, ocorrendo à coleta de dados cruciais sobre processos físicos que especificam a estrutura e o comportamento da atmosfera.

Porém, ao analisar a grade curricular do curso de graduação em Licenciatura em Física da Universidade Federal do Ceará (UFC) e da Universidade Estadual do Ceará (UECE), não há nenhuma disciplina que aborde o ensino da Física da Atmosfera, nem as disciplinas optativas. Logo, apesar dos professores acharem importante abordar a Física da Atmosfera em sala de aula, os resultados encontrados na questão nove, mostra a insegurança e o despreparo que boa parte possui ao abordar esse conteúdo em sala de aula, pois ele não é instruído em sua formação.

A questão dez e onze inquiriram se os mestrados possuem a prática em seu cotidiano de abordar em sala de aula algum tema/conteúdo no que diz respeito a Física da Atmosfera e, caso contrário, quais os motivos para não tratá-la. 60% dos entrevistados informaram que já abordou algum conteúdo relacionado com a Física da Atmosfera, 23% algumas vezes e 17% raramente (Gráfico 6). Apenas três mestrados responderam a questão 11, redarguindo que a baixa carga horária nas aulas de Física é um dos motivos para não relacionarem qualquer outro tema com a Física da Atmosfera.

Gráfico 6 – Prática cotidiana



Fonte: a própria autora

Os resultados das questões dez e onze, em relação a prática da maioria dos professores participantes em abordar algum tema relacionado à Física da Atmosfera, deve-se ao fato de a maioria dos livros didáticos fazerem essa conexão, usando hipertextos ou seções. Isso mostra que os livros didáticos procuram trabalhar em sala conteúdos ligados ao cotidiano do aluno, onde ele é protagonista e agente transformador, corroborando com a aprendizagem significativa crítica de Moreira.

Quanto à questão doze, ao serem indagados sobre as expectativas que possuem a respeito do ensino da Física da Atmosfera em sala de aula, 94% marcaram o item “a”, onde consideram esse tema muito importante, pois melhoram o processo de ensino e aprendizagem do estudante. No entanto, 4% (2 professores) dos entrevistados, marcaram o item “d”, pois consideram que seu ensino serve apenas como uma ferramenta motivacional e 2% (1 professor) acredita marcou o item “c”, onde relata que raramente o estudo deste conteúdo possa trazer alguma melhoria no processo de ensino e aprendizagem.

Na questão treze, apresentou-os quatro opções sobre o que achavam do ensino dos conteúdos de Física da Atmosfera no Ensino Médio, são elas:

- a) Reforça a aprendizagem;
- b) Motiva os alunos para a aprendizagem dos conceitos físicos;
- c) Promove nos alunos um melhor entendimento das coisas ao seu redor;
- d) Importante, porém não é viável devido à carga horária reduzida.

Dos 48 professores, 29 marcaram o *item c*, 16 o *item b*, 3 o *item a* e 2 o *item d*, porém, houve um aluno que acrescentou um item, *item e*, na pesquisa, e escreveu: “importante, serve para interdisciplinaridade e para o ENEM<sup>32</sup>”

Observa-se que os professores concordam em dizer que o ensino da Física da Atmosfera para os alunos do Ensino Médio pode gerar uma melhor aprendizagem de conceitos físicos bem como possibilitar uma melhora no entendimento das coisas que o cercam, além de reforçar a aprendizagem, relacionar com outras matérias e ser utilizada até no ENEM, no entanto, as poucas aulas de Física na grade curricular do ensino médio acabam tornando inviável o acréscimo de novos conteúdos, voltando a ser apenas um conteúdo tratado de forma simplificada nos hipertextos e seções dos livros didáticos.

As questões quatorze, quinze e dezesseis de caráter subjetivo, procurou respectivamente, conhecer o livro de Física adotado no Ensino Médio, se o livro adotado faz alguma conexão a um conteúdo específico sobre a Física da Atmosfera e por fim, se faz referência com algum outro conteúdo de Física.

A Tabela 13 mostra os livros adotados pelos professores participantes da rede pública e privada, como a maioria dos professores são da rede pública, estes adotam um dos livros proposto pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2015, realizado no âmbito do Ministério da Educação (MEC).

Tabela 13 – Livros utilizados pelos professores participantes

<b>Livros do PNLD utilizados pelos professores da rede pública</b>	
<b>Livro</b>	<b>Quantidade de professores que adotam o livro</b>
Física para o Ensino Médio; KAZUHITO & FUKE, 3ª edição, Editora Saraiva, vol. 2, 2013	4
Física; ALYSSON RAMOS ARTUSO e MARLON WRUBLEWSKI, 1º edição, Editora Positivo, vol. 2, 2013.	1
Física – Interação e Tecnologia; AURÉLIO GONÇALVES FILHO e CARLOS TOSCANO; 1ª edição, Editora Leya, vol. 2, 2013.	5
Conexões com a Física; GLORIA MARTINI, WALTER SPINELLI, HUGO CARNEIRO REIS e BLAIDI SANT’ANNA; 2ª edição, Editora Moderna, vol. 2, 2013.	4

<sup>32</sup> Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Física Contexto & Aplicações; ANTÔNIO MÁXIMO e BEATRIZ ALVARENGA; 1ª edição, Editora Scipione, vol. 2, 2014.	3
Física; GUIMARÃES, PIQUEIRA e CARRON; 1ª edição, Editora Ática, vol. 2; 2014.	2
Física Aula por Aula; BENIGNO BARRETO & CLAUDIO XAVIER; 2ª edição, Editora FTD, vol. 2, 2013.	3
Ser Protagonista Física; ANGELO STEFANOVITS, 2º edição, Editora SM, vol. 2, 2013	1
Compreendendo a Física; ALBERTO GASPAR, 2ª edição, Editora Ática, vol. 2, 2013.	1
Física; BONJORNO, CLINTON, EDUARDO PRADO, CASEMIRO, REGINA DE F. S. A. BONJORNO, VALTER BONJORNO, 2ª edição, Editora FTD, vol. 2, 2013	5
Física Ciência e Tecnologia; CARLOS A. TORRES, NICOLAU GILBERTO FERRANO, PAULO ANTONIO SOARES e PAULO CESAR PENTEADO; 3ª edição, Editora Moderna, vol. 2, 2013.	2
<b>Livros utilizados pelos professores da rede privada</b>	
Apostila Sistema Ari de Sá (SAS)	1
CONECTE FÍSICA; GUALTER JOSÉ BISCUOLA, NEWTON VILLAS BÔAS, RICARDO HELOU DOCA, 2ª EDIÇÃO, EDITORA SARAIVA, VOL. 1, 2014	2
TÓPICOS DE FÍSICA; GUALTER JOSÉ BISCUOLA, NEWTON VILLAS BÔAS, RICARDO HELOU DOCA; EDITORA SARAIVA, VOL. 2, 2013.	2
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>

Fonte: a própria autora

Dos 48 professores, onze não responderam a questão quatorze e um professor utiliza o livro do Projeto Teláris da Editora Ática, pois atua no Ensino Fundamental II.

Quanto à questão quinze, onze professores informaram que o livro adotado possui algum conteúdo específico sobre Física da Atmosfera, cinco não lembram, dezessete afirmaram que o livro adotado não possui nenhum conteúdo específico e dois não responderam. Porém, doze professores corroboram em dizer que o livro adotado aborda o conteúdo de Física da Atmosfera raramente ou de maneira superficial, muitas vezes aparecendo em um “*box*” de maneira solta. O professor do Ensino Fundamental II informou que o Projeto Teláris aborda algum conteúdo específico de Física da Atmosfera.

Na questão dezesseis, 55% dos professores confirmou que o livro adotado faz alguma relação da Física da Atmosfera com qualquer outro conteúdo de Física, entre esses conteúdos foram citados: Efeito estufa, Pressão atmosférica, Calor e Temperatura, Fontes de Energia e Inversão Térmica; 10% informaram que não lembram, 4% não respondeu, 6% raramente e 25% dos mestrandos informaram que o livro utilizado não faz sequer nenhuma relação da Física da Atmosfera com qualquer outro conteúdo de Física.

E para encerrar a segunda etapa do questionário, a questão dezessete indagou a partir de qual série do Ensino Médio era possível abordar os conteúdos relativos à Física da Atmosfera. Apenas um professor não respondeu a questão, quinze informaram que seria possível a partir do 1º ano, doze professores concordaram a partir do 2º ano e vinte confirmaram que seria possível a partir do 3º ano (Tabela 14).

Tabela 14 – Quantitativo de professores que informam a série adequada do Ensino Médio para se abordar a Física da Atmosfera.

1º ano	2º ano	3º ano	Não respondeu
15	12	20	1

Fonte: a própria autora

A terceira etapa do instrumental procurou validar o software desenvolvido para este trabalho, junto aos professores que atuam no Ensino Médio. A décima oitava questão indagou aos professores se usariam o software em sala de aula e a décima nona solicitou que informassem a série ao qual aplicariam o objeto de aprendizagem. 100% dos professores responderam que utilizariam o software com seus alunos, a Tabela 15 mostra o quantitativo de professores e as séries ao qual aplicariam o objeto de aprendizagem.

Tabela 15: Série e quantitativo de professores que usariam o software em sala de aula.

Série	1º	2º	3º	Todas	1º e 2º	2º e 3º
Quantidade de professores	13	21	3	9	2	4

Fonte: a própria autora



Na vigésima questão, todos os professores concordaram em afirmar que o seu aluno se tornaria interessado em aprender sobre Física da Atmosfera por meio do objeto de aprendizagem, reputaram ao afirmar na vigésima primeira questão que o software aborda de maneira clara o conteúdo proposto e consideraram na vigésima segunda que o OA, pode desenvolver no aluno uma motivação para aprender outros conteúdos de Física, como Física Moderna e Quântica, por exemplo.

A vigésima terceira pergunta questionou aos professores de que forma eles utilizariam o OA em sala de aula, foram dadas as seguintes opções:

- a) Abordaria como um assunto extra do livro de Física.
- b) Tentaria relacionar o software com algum conteúdo visto em sala de aula.
- c) Passaria como uma atividade para casa.
- d) Não usaria em nenhum momento, pois a carga horária é muito pequena.

Permitiu-se que os professores escolhessem mais de um item nesta questão, assim, cinco professores optaram pelo item “a”, quarenta e quatro escolheram o item “b”, um professor apenas marcou o item “c”.

Os resultados obtidos expõem que o ensino da Física da Atmosfera torna-se mais significativo quando associada a outros conteúdos de Física, defendendo a aprendizagem significativa de Ausubel e tornando-a crítica em concordância com a aprendizagem significativa subversiva de Moreira.

Ainda em relação ao se associar a Física da Atmosfera a outras Físicas, a questão vinte e quatro sonda do professor se este concorda com o link que o OA faz com a Física Moderna e Quântica, 94% dos professores informaram que gostaram da relação entre as Físicas trabalhadas no software, 2% achou inviável abordar as duas Físicas (Moderna e Quântica), e dois 2% não concordou com a relação feita. Um professor participante acrescentou uma observação a essa questão: “Gostei muito, pois podemos trabalhar com outras disciplinas”.

O software trabalha com a interdisciplinaridade, pois não há como falar de atmosfera, sem entrar em conteúdos de Geografia, Biologia e Química. Esse processo de ligação entre as disciplinas mostra ao aluno que as ciências não podem ser estudadas separadamente, pois ligam vários ramos do conhecimento.

Na questão vinte e cinco, procurou sondar se os professores conheciam algum software que trabalhasse a Física da Atmosfera, 90% informaram que não e 10% afirmaram que conheciam o site PHET (Physics Education Technology), que abordava

alguma animação sobre a Atmosfera. No OA desenvolvido, o terceiro tópico, *Simulações*, demonstra o efeito de alguns fenômenos físicos, como o Efeito Estufa, Corpo Negro e Efeito Fotoelétrico, essas simulações foram retiradas do PHET.

E por fim, na vigésima sexta questão, foi solicitada a opinião dos professores de um modo geral sobre o software e o que mudariam para melhorá-lo, 15% dos participantes não expuseram a sua opinião, 38% dos professores além de elogiarem o software solicitaram o acréscimo de questões, 2% achou o OA extenso, 2% solicitou que o software fosse extensivo também o nono ano do Ensino Fundamental II e 43% informaram que o objeto de aprendizagem está excelente e que não mudariam nada.

As opiniões desses professores encontram-se no APÊNDICE C deste trabalho, no entanto, algumas colocações merecem destaques, tais como:

*“Adorei o programa, mas ele poderia ser adaptado como aplicativo em celulares para que os alunos conseguissem ter com mais praticidade em casa e na escola durante a aula”.* (Opinião do Professor 1).

O AO desenvolvido foi criado para ser utilizado em computadores ou *tablets* que possuam o programa flash player instalado. Infelizmente o software não foi pensado para *Android*, pois apesar de boa parte dos alunos possuírem celular, ainda há uma minoria que não possui.

*“O software aparenta estar completo, falta questões respectivas ao assunto, porém acredito deixar estas para o professor, deixando-o livre para cobrar o que achar necessário.”* (Opinião do Professor 36)

Ao aplicar o produto com os professores nos polos de Quixadá e Mossoró, aproximadamente 18 dos mestrandos questionaram a falta de exercícios, questões, ou algum *quiz*, que tornasse o software competitivo, mas como citado pelo professor 36, a intenção é deixar a critério do professor a melhor forma de utilizar o OA, assim o professor pode criar suas próprias questões e fazê-las da forma que achar necessário.

Ainda nesse contexto da ausência de questões, o professor 29, 32 e 33 foram mais além, solicitaram que fosse abordada questões de Física da Atmosfera estilo ENEM, pois é cobrada questões com esse foco.

O que se observa também na opinião dos professores é de que o software está bem elaborado, com interdisciplinaridade e com a capacidade de tratar outros assuntos de Física de forma clara e dinâmica para o aluno. A opinião do Professor 22 relata esse contexto:

*“Em minha opinião o software está ótimo, com muitas opções de uso para abordar assuntos de Física em sala de aula”.*

Apesar da grande aceitação do OA por parte dos professores participantes desta pesquisa, o Professor 7 declarou que o software *“está muito grande”*. O conteúdo de Física da Atmosfera é bastante extenso e, além disso, a função do software é ensinar sobre a Física da Atmosfera e a partir desta poder abordar outros conteúdos de Física como Calor e Temperatura, Energia, Pressão Hidrostática, e outras Físicas, como a Moderna e Quântica, entre outros(as) já citados anteriormente neste trabalho. Realmente o software é extenso, mas o professor pode trabalha-lo de diversas maneiras, como indagado aos mesmos na questão 23 do instrumental.

E para finalizar a questão vinte e seis tem-se a opinião do Professor 5:

*“O produto é muito promissor. Não mudaria nada, acrescentaria só uma parte filosófica para despertar uma reflexão no aluno sobre uma possível mudança de atitude”.*

Essa opinião nos leva a aprendizagem significativa crítica de Moreira, implementando assim em sala de aula de forma subversiva o *Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas*. Onde, Moreira destaca que esse tipo de aprendizagem ajudam aluno e professor a tornarem-se diligentes, perceber falsas verdades, debater, discutir, pesquisar, tendo uma postura indagadora e não passiva.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Apesar da ampla parcela de objetos de aprendizagem encontrados na rede educacional como simulações, softwares e animações, poucos são os relatos do seu uso de forma contextualizada no ensino/aprendizagem da Física, especialmente quando se diz respeito ao tema Física da Atmosfera.

Os obstáculos encontrados para se explicar fenômenos físicos utilizando o ensino tradicionalista, os poucos laboratórios existentes, ou a sua não utilização, e um ensino baseado em instruções, desestimulam e desviam o aluno do Ensino Médio. Este, mesmo possuindo acesso a informações e tecnologias, como sites, redes sociais, blogs, chats, vídeos, entre outros, não se depara na escola com um clima capaz de usufruir este conhecimento já assimilado e aplicado na rotina cotidiana.

O presente trabalho procurou junto aos professores de Física do Ensino Médio, validar um software de aprendizagem denominado Física da Atmosfera, com o intuito de trabalhar a Atmosfera, um conteúdo pouco abordado em sala de aula, quanto ao olhar da ciência Física, conseguindo abordar outros conteúdos de Física.

O objeto de aprendizagem (OA) desenvolvido oferece clareza de entendimento dos assuntos e temas abordados na área da Física da Atmosfera, permitindo que sejam utilizados na própria disciplina, assim como por outras disciplinas, devido à característica interdisciplinar que possui com outras ciências como a Química, Biologia e Geografia.

Além de propiciar a interatividade do aluno com o instrumento de conhecimento produzido, como forma de implementação de uma aprendizagem significativa e também subversiva, o software utilizado procura mediar o ensino e a aprendizagem da Física da Atmosfera, minimizando a distância tecnológica existente entre a escola e o aluno.

O resultado do questionário feito com os professores mestrandos mostrou que o objeto de aprendizagem Física da Atmosfera, possui boas qualidades nos aspectos educacionais e tecnológicos, sendo assim uma significativa ferramenta para o ensino da Física.

Além de trabalhar os conteúdos de Física da Atmosfera, o software aborda outros conteúdos de Física como: Termologia e Calorimetria, Propagação de Calor, Pressão Atmosférica, Ondas, Radiação e aborda também um pouco de Física Moderna e Quântica.

O software também investiga e procura levantar questionamentos de falsas verdades abordadas nos livros didáticos e na mídia, como o estudo do Efeito Estufa e das Mudanças Climáticas que estão ocorrendo em nosso planeta, decorrentes dos gases que influenciam e aumentam esse efeito. E é nesse contexto que a intervenção do professor é de suma importância, e que este esteja a par do que realmente é verdade, do que é mentira, e o que os estudos científicos e as pesquisas nesse meio têm mostrado e concluído.

A utilização do software em sala de aula procura também mostrar ao professor que o ensino da Física pode ser diferenciado, tratando com situações problemas que envolvem o cotidiano do aluno e assim adentrar em algum conteúdo específico. É consenso entre muitos docentes que a forma que a Física é abordada nos livros didáticos a torna muitas vezes sem fundamento para os alunos, pois em meio as grandes tecnologias e informações o aluno não vê aplicabilidade, não enxerga a física que o mundo tecnológico utiliza, a Física trabalhada em sala é cheia de fórmulas e abstrações que são de difíceis compreensões.

Além dos livros didáticos que não colaboram muito para um ensino em Física motivador e ímpar, e do referido conteúdo abordado neste trabalho, a Física da Atmosfera, o currículo escolar também não contribui, pois ao se observar os Parâmetros Curriculares Nacionais, o assunto Física da Atmosfera, não é colocado como eixo estruturador, no entanto, ao se avaliar o currículo de Química, visualiza-se há existência desse tema, intitulado a Química e Atmosfera.

Então o que se percebe é que o ensino da Física da Atmosfera no currículo do ensino de Física é abordado de forma complementar. E assim levanta-se o questionamento: Por que não existir um eixo estruturador intitulado a Física e Atmosfera? Para que assim possam ser trabalhados outros conteúdos de Física. Os PCN's defendem que o conhecimento em Física deve construir no aluno uma visão de cidadão atuante, moderno, contemporâneo, com recursos para compreender, interferir e envolver-se na realidade.

Assim, com a criação deste software, o aluno pode se envolver com a Física de uma forma que fomente o seu conhecimento, que mude a sua realidade, que transforme o meio em que vive, que prolongue a sua existência e que traga discussões acerca do seu futuro e da sociedade.

Acredita-se que a valorização da criatividade e da inovação, através das ações e que através destas discussões apresentas neste trabalho possa-se criar um clima mais favorável à inovação nas escolas e ao desenvolvimento pleno de nossos alunos e, por conseguinte, de nossa sociedade como um todo.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.F; CORDEIRO, R.A; RAPKIEWICK, C.E; CANELA, M.C. Utilizando Objetos de Aprendizagem de Química no Ensino Médio: o Caso dos Óxidos e da Poluição Atmosférica. Anais do XXVI Congresso da SBC. WIE – XII Workshop de Informática na Escola. Campo Grande, MS, 2006. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Laboratório de Ciências Químicas, Laboratório de Engenharia de Produção, CCT. Campo dos Goytacazes – RJ, 2005.

AUDINO, D.F; NASCIMENTO, R.S. Objetos de Aprendizagem – Diálogos entre Conceitos e uma Nova Proposição Aplicada à Educação. Revista Contemporânea de Educação, vol. 5, n. 10, ju/dez 2010.

AZEVEDO, C.N.S; IMBIRIBA, L.A; OLIVEIRA, F.P. Exercício Físico e Poluição Atmosférica: o caso do monóxido de carbono. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Escola de Educação Física e Desportos. Rio de Janeiro, 2008.

BARRETO, N.R. Sol e Mudanças Climáticas. Disponível em : < <https://sandcarioca.wordpress.com/2014/03/29/ultima-entrevista-ao-prof-molion-sobre-as-mudancas-climaticas/>>. Acesso em: Maio de 2017.

BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

CASTOLDI, R; BERNARDI, R; POLINARSKI, C.A. Percepções dos Problemas Ambientais por Alunos do Ensino Médio. Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade, v.1, n. 1, p. 56-80, 2009.

CIRINO, M.M; SOUZA, A.R. O Discurso de Alunos do Ensino Médio a Respeito da “Camada de Ozônio”. *Ciência & Educação*, v.14, n.1, p.115-134, São Paulo, 2008.

DUFAUR, L. Luiz Carlos Molion desfaz mitos “verdes” sobre causas da seca. Disponível em: <<http://www.midiasemmascara.org/artigos/ambientalismo/15662-luiz-carlos-molion-desfaz-mitos-verdes-sobre-causas-da-seca.html>> Acesso em: Maio de 2017.

DAMASIO, F; STEFFANI, M.H. Ensinando Física com Consciência Ecológica e com Materiais Descartáveis. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 4, p. 593-597, 2007.

FERREIRA, P; MARIZ, R; BORGES, S. Relatório destaca diferença entre salários de professores e custo por aluno no Brasil. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/sociedade/educacao/relatorio-destaca-diferenca-entre-salarios-de-professores-custo-por-aluno-no-brasil-20122101>>.

Acesso em: Junho de 2017.

FENDEL, T. A mentira dos CFCs & camada de ozônio. Disponível em: <<http://www.fendel.com.br/molion-mentiraCFCs.html>>. Acesso em: Março de 2017.

FENDEL, T. A mentira climática e suas consequências. Disponível em: <<https://www.noticiasagricolas.com.br/blog/telmo/2011/07/a-mentira-climatica-e-suas-consequencias/>>. Acesso em: Março de 2017.

Folha de São Paulo. Debate na Folha: Prof. Molion volta a dizer que não há aquecimento global, mas sim esfriamento... Disponível em: < [https://www.](https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/agronegocio/140311-debate-na-folha-prof-molion-volta-a-dizer-que-nao-ha-aquecimento-global-mas-sim-esfriamento.html)

[noticiasagricolas.com.br/noticias/agronegocio/140311-debate-na-folha-prof-molion-volta-a-dizer-que-nao-ha-aquecimento-global-mas-sim-esfriamento.html](https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/agronegocio/140311-debate-na-folha-prof-molion-volta-a-dizer-que-nao-ha-aquecimento-global-mas-sim-esfriamento.html)

Acesso em: Fevereiro de 2017

GUNTHER. H. Pesquisa Qualitativa versus Pesquisa Quantitativa: esta é a questão? *Psicologia: Teoria e pesquisa*. V.22, n.2, p.201-210. Maio - Agosto (2006).



LIMA, P. G. Tendências Paradigmáticas na Pesquisa Educacional. 2001, 317f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP, 2001.

LOBATO, A.C; SILVA, C.N; LAGO, R.M; CARDEAL, Z.L; QUADROS, A.L. Dirigindo o Olhar para o Efeito Estufa nos Livros Didáticos de Ensino Médio: É Simples Entender esse Fenômeno? Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 11, n. 1, junho 2009.

MALHOTRA, N. K. Pesquisa de Marketing: Uma Orientação Aplicada. Tradução Laura Bocco. 4. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2006.

MOREIRA, M.A. Teorias de Aprendizagem. Editora Pedagógica e Universitária do Grupo Editorial Nacional. 2ª edição ampliada, 2014.

MELLO-THÉRY, N.A; CAVICCHIOLI, A; DUBREUIL, V. Controvérsias Ambientais Frente à Complexidade das Mudanças Climáticas. Mercator – Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, v.12, n.29, p. 155-170, set./dez. 2013.  
<http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/46158>.

MOLION, L.C.B. Aquecimento Global: Uma Visão Crítica. Revista Brasileira de Climatologia. Instituto de Ciências Atmosféricas. Universidade Federal de Alagoas. Agosto, 2008.

OLIVEIRA, L.R; MEDINA, R.D. Desenvolvimentos de objetos de aprendizagem para dispositivos móveis: uma nova abordagem que contribui para a educação. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Tecnologia. Rio Grande do Sul, 2007.

RODRIGUES, B.P; BRITO, F.M.S; CAMPANHARO, W.A. Pesquisa Qualitativa *versus* Quantitativa, 2011. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Jerônimo Monteiro, ES, 2011.

SANCHES, W.E; SCHIMIGUEL, J. O Uso de Animações Interativas no Ensino dos Conceitos da Energia Mecânica. Universidade Cruzeiro do Sul. Anais do II Seminário Hispano Brasileiro – CTS, p. 348-356, 2012.

SANTOS, G.H; ALVES, L; MORET, M.A; Modellus: Animações Interativas Mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Física no Ensino Médio. Sitientibus Série Ciências Físicas, v. 02, p. 56-67, 2006.

SANTOS, I.A; BUCHMANN, J. Atmosfera Versus Previsão do Tempo. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Geociências – Departamento de Meteorologia. 2011.

TAROUCO, L.M.R; FABRE, M.C.J.M.; KONRATH, M.L.P; GRANDO, A.R. Objetos de Aprendizagem para M-Learning. 2004.

Disponível em: < [http://odai2006.pbworks.com/f/objetosdeaprendizagem\\_sucesu.pdf](http://odai2006.pbworks.com/f/objetosdeaprendizagem_sucesu.pdf)>.

PINA, A; SILVA, L.F; OLIVEIRA, Z.T.J. Mudanças Climáticas: Reflexões para Subsidiar esta Discussão em Aulas de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.27, n. 3, p. 449-472, dez. 2010.

TAVARES, R. Aprendizagem Significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 18, n. 2, 2010.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <<http://www.utfpr.edu.br/estrutura-universitaria/proreitorias/prograd/cotedu/recursos-educacionaisdigitais/conceitos/apresentacao#Início>>. Acesso em: Abril de 2017.

VIEIRA, K.R.C.F; BAZZO, W. Discussões Acerca do Aquecimento Global: Uma Proposta CTS para Abordar esse Tema Controverso em Sala de Aula. Ciência & Ensino, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

## APÊNDICE

APÊNDICE A – Instrumental aplicado aos quarenta e oito professores sobre o ensino da Física da Atmosfera no Ensino Médio.



Prezado(a) professor(a), este questionário é parte da pesquisa da professora Nyla Nynab Ferreira Silva, aluna do Mestrado Profissional em Ensino de Física no pólo de Mossoró, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O projeto de sua Dissertação de Mestrado focaliza o estudo da Física da Atmosfera no Ensino Médio através da utilização de um software. Para isso é importante que conheçamos o que pensam os professores sobre esse assunto. Em vista disso, solicitamos sua colaboração respondendo ao questionário abaixo.

**Não é necessário que se identifique.**

Atenciosamente,

Nyla Nynab Ferreira Silva

Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins

---

### 1. Identificação

Iniciais:	Sexo:      Fem ( )      Masc ( )
Idade:.....anos	Naturalidade:
Série que ensina: 1ª ( )    2ª ( )    3ª ( ) Tempo de ensino:..... anos	

Instituição/Instituições em que trabalha	Vínculo Empregatício			Carga Horária Semanal (h/a)
	Público		Privado	
	Efetivo	Temporário		
1.				
2.				
3.				

Instituição/Instituições onde estudou	Período	
	Início	Conclusão
Ensino Médio:		
Graduação:		
Pós-graduação:		
Outros:		

## 2. Questionário

### 2.1 Relativo à formação do docente

1. Qual a sua formação?

---

2. Porque escolheu este curso?

( a ) aptidão ( b ) atrativo salarial ( c ) falta de opção ( d ) baixa concorrência

3. Houve um outro curso como primeira opção?

( a ) sim ( b ) não

4. Ainda tem interesse nessa carreira (relativo à 3ª questão)?

( a ) sim ( b ) não

5. Em sua opinião, como foi a sua formação na licenciatura em Física?

( a ) ótima ( b ) boa ( c ) regular ( d ) ruim ( e ) péssima

6. Que sentimento você mantém com a profissão?

( a ) dedicação ( b ) obrigação ( c ) necessidade ( d ) falta de opção

7. O seu curso de graduação, de alguma maneira, o incentivou ou valorizou o ensino de Física da Atmosfera no Ensino Médio.

( a ) sim ( b ) não ( c ) raramente ( d ) nunca

## 2.2 Relativo ao ensino de Física da Atmosfera no Ensino Médio

8. Você acha importante o Ensino da Física da Atmosfera no Ensino Médio?

( a ) sim    ( b ) não

9. Você se sente preparado para ensinar a Física da Atmosfera no Ensino Médio?

( a ) sim    ( b ) não

10. Você já abordou em sala de aula algum tema no que diz respeito à Física da Atmosfera?

( a ) sim    ( b ) não    ( c ) as vezes    ( d ) raramente

11. Se sua resposta à questão anterior foi não, quais as razões que o levam a não relacionar o assunto da Física da Atmosfera com algum conteúdo abordado em sua aula? (caso julgue necessário pode-se marcar mais de um item).

( a ) Não são importantes.

( b ) Não vejo nenhuma melhora no processo de ensino aprendizagem.

( c ) Não tenho tempo.

( d ) Baixa carga horária destinadas as aulas de física.

( f ) Falta de motivação por parte dos alunos.

( g ) Falta de motivação por minha parte.

12. Que expectativas você tem a respeito do ensino dos conteúdos da Física da Atmosfera no Ensino Médio?

( a ) São muito importantes, pois melhoram o processo de ensino aprendizagem

( b ) Não são importantes, pois não vejo nenhuma melhora no processo de ensino aprendizagem.

( c ) Raramente vão trazer alguma melhoria no processo de ensino aprendizagem.

( d ) Servem apenas como ferramenta motivacional.

13. O que você acha do ensino da Física da Atmosfera no Ensino Médio?

a) Reforça a aprendizagem

b) Motiva os alunos para aprendizagem dos conceitos físicos

c) Promove nos alunos um melhor entendimento das coisas ao seu redor

d) Importante, porém não é viável devido à carga horária reduzida.

14. Qual livro você adota no ensino médio? (obs.: se for um livro seriado informar a série)

---

---

15. O livro adotado possui algum conteúdo específico sobre a Física da Atmosfera?

---

---

16. O livro adotado faz alguma relação da Física da Atmosfera com qualquer outro conteúdo de Física?

---

---

---

17. Você acha possível abordar os conteúdos de Física Moderna, a partir de qual ano do ensino médio?

( a ) 1º ano

( b ) 2º ano

( c ) 3º ano

### 3 Aceitação do software Física da Atmosfera.

18. Você usaria o software em sala de aula?

( a ) sim ( b ) não

19. Em qual ano do ensino médio você abordaria o software?

( a ) 1° ano ( b ) 2° ano ( c ) 3° ano

20. Você acha que o aluno se tornaria interessado em aprender sobre a Física da Atmosfera através deste objeto de aprendizagem?

( a ) sim ( b ) não

21. Você acha que o software aborda a Física da Atmosfera de maneira clara para o aluno?

( a ) sim ( b ) não

22. Você acha que este software pode desenvolver no aluno uma motivação para aprender outros conteúdos de Física, como Física Moderna e Quântica por exemplo?

( a ) sim ( b ) não

23. De que forma você utilizaria o software em sala de aula?

- ( a ) Abordaria como um assunto extra do livro de Física.
- ( b ) Tentaria relacionar o software com algum conteúdo visto em sala de aula.
- ( c ) Passaria como uma atividade para casa.
- ( d ) Não usaria em nenhum momento, pois a carga horária é muito pequena.

24. O software relaciona a estudo da Física da Atmosfera com alguns conteúdos de Física Moderna e Quântica. O que você achou desse link entre essas duas Físicas?



- a) Gostei.
- b) Não gostei.
- c) Achei inviável, abordaria apenas uma das duas.

25. Você conhece algum software que aborda a Física da Atmosfera?

( a ) sim    ( b ) não

Qual? \_\_\_\_\_

26. Relate aqui a sua opinião de modo geral sobre o software. O que você mudaria para melhorá-lo?

---

---

---

---

APÊNDICE B – Manual de Instrução de utilização do software Física da Atmosfera.



O ENSINO DA FÍSICA DA ATMOSFERA UTILIZANDO UM OBJETO DE  
APRENDIZAGEM: OLHARES E PERCEPÇÕES DO PROFESSOR DO ENSINO  
MÉDIO

NYLA NYNAB FERREIRA SILVA

Orientador(es):

RAFAEL CASTELO GUEDES MARTINS

ERLÂNIA LIMA DE OLIVEIRA

MOSSORÓ

2017

## MANUAL DE INSTRUÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE

### 1 RESUMO SOBRE O CONTEÚDO ABORDADO NO SOFTWARE

O software tem como objetivo a abordagem da Física da Atmosfera no Ensino Médio, pois, apesar do estudo da atmosfera ser tratado com mais ênfase em Ciências da Natureza como Biologia e Química ou em Ciências Humanas como a Geografia, o estudo da atmosfera é pouco abordado no ensino de Física.

Fala-se de Atmosfera na Física ao se tratar de conteúdos como Pressão Hidrostática, por exemplo, ou Propagação de Calor ao se trabalhar a Irradiação Térmica, no entanto, deseja-se ir além desses conteúdos.

Existem outros temas ao qual é possível fazer uma abordagem ou fazer um link com o ensino da Física da Atmosfera, no entanto, o software foi desenvolvido com a intenção de fazer exatamente o inverso. Ao utilizar o software, o aluno aprende sobre a Física da Atmosfera e assim faz links com termos que são estudados em Física, chegando até a estudar sobre Física Moderna e Física Quântica, que são também conteúdos pouco abordados no Ensino Médio.

O software trabalha com imagens em excelentes definições e animações no formato de *gifs* (um formato de imagem muito usado na internet que tornou-se uma febre nas redes sociais).

O software é dividido em quatro tópicos: Conteúdo, Experimentos, Simulações e Curiosidades. No primeiro tópico, *Conteúdo*, aborda-se propriamente o estudo da Física da Atmosfera, dividido em três temas: A Atmosfera, Clima e Tempo, e, Mudanças Climáticas.

Na temática A Atmosfera, inicia-se com a definição de atmosfera, em seguida aborda-se a sua função, sua composição e estrutura. No decorrer do estudo são feitos links com palavras chaves que abordam outros temas de Física, como Temperatura, Ultravioleta, Ozônio, entre outros.

No tema Clima e Tempo, faz-se uma abordagem um pouco mais geográfica, no entanto, a física não passa despercebida em nenhum momento. Nesta parte trabalha-se até um pouco de Física Moderna e Mecânica Quântica, procurando assim instigar no aluno uma curiosidade por estas duas áreas da Física pouco abordadas no Ensino Médio. Assim, inicia-se com a diferença entre clima e tempo, pois há uma grande

confusão de quando se usar esses dois termos. Em seguida, trabalham-se os Elementos do Clima que são: radiação, umidade, temperatura e pressão atmosférica, abordando assim conceitos físicos que há por traz desses elementos. Logo após, aborda-se os fatores que influenciam o clima, tais como: relevo, vegetação, altitude, latitude, massas de ar, continentalidade e maritimidade, apesar de serem assuntos que podem ser tratados em outras áreas do conhecimento, pode-se usar a interdisciplinaridade como forma de desenvolver um trabalho de integração com outras disciplinas, contribuindo assim para um aprendizado mais dinâmico do aluno. E por fim, faz-se a distinção entre Climatologia e Meteorologia.

E, para finalizar o estudo sobre A Atmosfera, aborda-se no terceiro tema as Mudanças Climáticas, visando trabalhar com os alunos, como os eventos físicos podem alterar a temperatura, o clima, o tempo, etc., do nosso planeta e como esses fatores influenciam e irão influenciar futuramente na atmosfera terrestre.

No segundo tópico, *Experimentos*, abordam-se cinco experimentos: o primeiro com o título *Simulando o Efeito Estufa*, que mostra o fenômeno do efeito estufa e como ele ocorre, o segundo com o título *Aquecimento Global*, que mostra como o aquecimento global afeta o derretimento das geleiras e aumenta o nível dos oceanos, o terceiro *Irradiação*, mostra o fenômeno da transmissão de calor por irradiação, o quarto experimento intitulado *Nuvem na Garrafa*, ensina a fazer e desfazer uma nuvem dentro de uma garrafa, e, por fim, o último experimento com o título *Porque o céu é azul?*, onde cria-se um ambiente semelhante à atmosfera terrestre, ou seja, com partículas em suspensão imersas em um fluido e em seguida, projeta-se uma luz branca, semelhante à luz do Sol nesse meio e observa-se a cor azulada, semelhante ao céu.

No terceiro tópico, *Simulações*, demonstra-se o efeito de alguns fenômenos físicos, como o Efeito Estufa, Corpo Negro e Efeito Fotoelétrico. Ao trabalhar essas simulações procura-se fazer com que o aluno adquira de forma mais eficaz o entendimento conceitual sobre esses fenômenos, que muitas vezes não é possível demonstrar na sala de aula ou em um laboratório.

No quarto tópico, *Curiosidades*, será abordado reportagens ou estudos sobre o conteúdo estudado no software, tais como: *O acordo de Paris*, *Como fazer uma estufa para plantas*, entre outros textos interessantes. Abordam-se também dois vídeos que trabalham com o tema Mudanças Climáticas. Os vídeos procuram demonstrar como a

ação humana modifica o meio em que vive e como isso afeta a humanidade no presente e afetará no futuro.

## 2 ORIENTAÇÕES PARA INSTALAÇÃO DO PROGRAMA ADOBE FLASH PLAYER

Para fazer o software abrir em seu computador é necessário possuir o programa Adobe Flash Player instalado. O programa é fundamental para a reprodução de imagens e vídeos, e muitos desenvolvedores utilizam a plataforma para criar softwares e ferramentas com o melhor visual possível. Tê-lo no computador é garantir que os demais programas instalados possam utilizar uma das melhores tecnologias disponíveis para a reprodução gráfica. Uma vez instalado, a plataforma recebe constantemente novas atualizações, melhorando a reprodução de vídeos e imagens e ainda possibilitando novas ferramentas para os desenvolvedores.

No entanto, se você utiliza o navegador Google Chrome (32 bits), este inclui o Adobe Flash Player embutido. Consequentemente, não é necessário que o Chrome faça o download do Flash Player separadamente. Os usuários do Chrome não precisam baixar novas versões do Flash Player. O Chrome é atualizado automaticamente quando novas versões do Flash Player estão disponíveis. Dessa forma, os usuários sempre têm as atualizações de segurança mais recentes.

Porém se você não utiliza o Google Chrome (32 bits) como navegador, você pode instalá-lo em seu computador de maneira bem fácil. Basta acessar o link <http://www.macromedia.com/go/getflashplayer> e seguir as instruções do site (Figura 1).

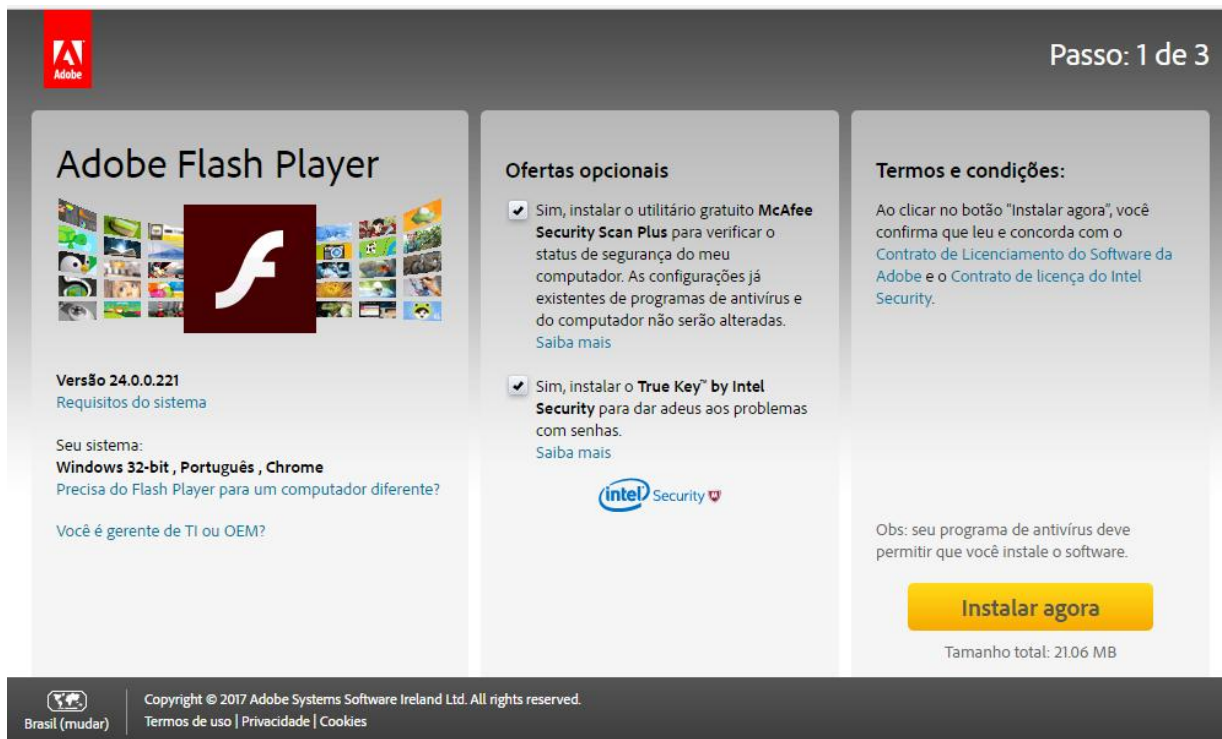
Figura 1: Página de acesso para instalação do Adobe Flash Player



Fonte: <https://get.adobe.com/br/flashplayer/?fpchrome>

Clique em [plug-in de sistemas do Adobe® Flash® Play](#) e uma nova janela irá se abrir na tela do seu computador, mostrando o primeiro passo de três para realizar a instalação do programa (Figura 2).

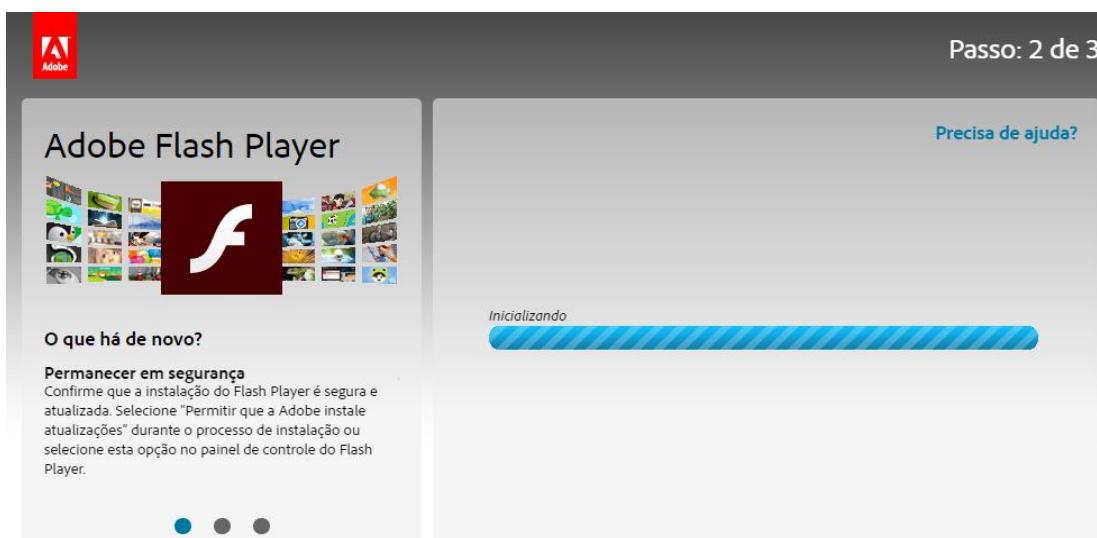
Figura 2: Passo 1 de 3 para instalação do Adobe Flash Player



Fonte: <https://get.adobe.com/br/flashplayer/?fpchrome>

Clique em **Instalar agora** (aba em destaque amarelo), e o programa iniciará o passo dois da instalação (Figura 3).

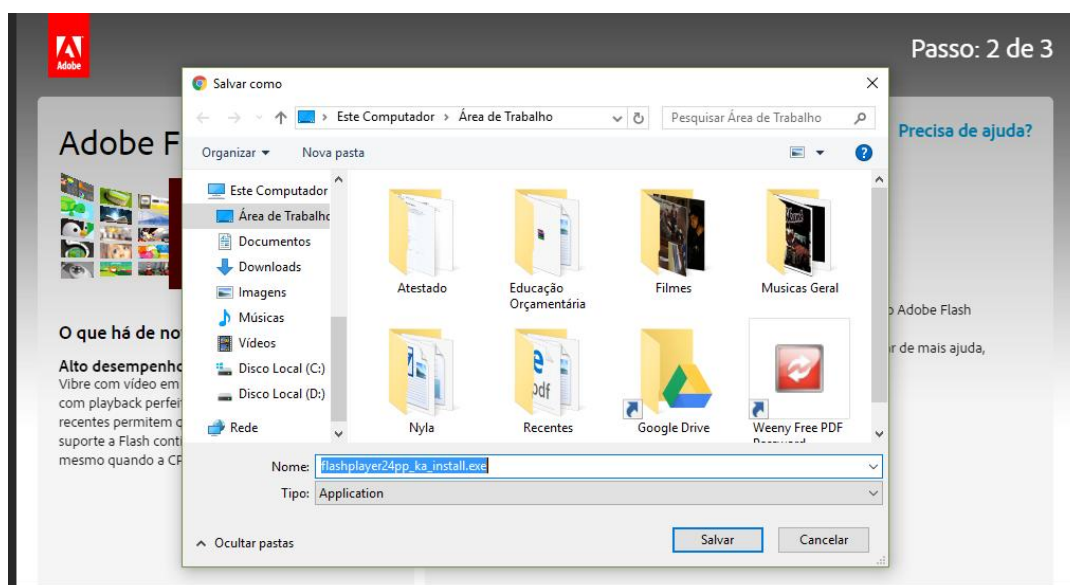
Figura 3: Passo 2 de 3 para instalação do Adobe Flash Player



Fonte: [https://get.adobe.com/br/flashplayer/download/?installer=FP\\_24\\_for\\_Opera\\_and\\_Chromium\\_-\\_PPAPI&os=Windows%2010&browser\\_type=KHTML&browser\\_dist=Chrome&dualoffer=false&mdualoffer=true&stype=5478&a=McAfee\\_Security\\_Scan\\_Plus&a=Intel\\_True\\_Key](https://get.adobe.com/br/flashplayer/download/?installer=FP_24_for_Opera_and_Chromium_-_PPAPI&os=Windows%2010&browser_type=KHTML&browser_dist=Chrome&dualoffer=false&mdualoffer=true&stype=5478&a=McAfee_Security_Scan_Plus&a=Intel_True_Key)

Após a inicialização, uma janela será aberta para que você possa salvar o plug-in, onde achar mais conveniente (Figura 4)

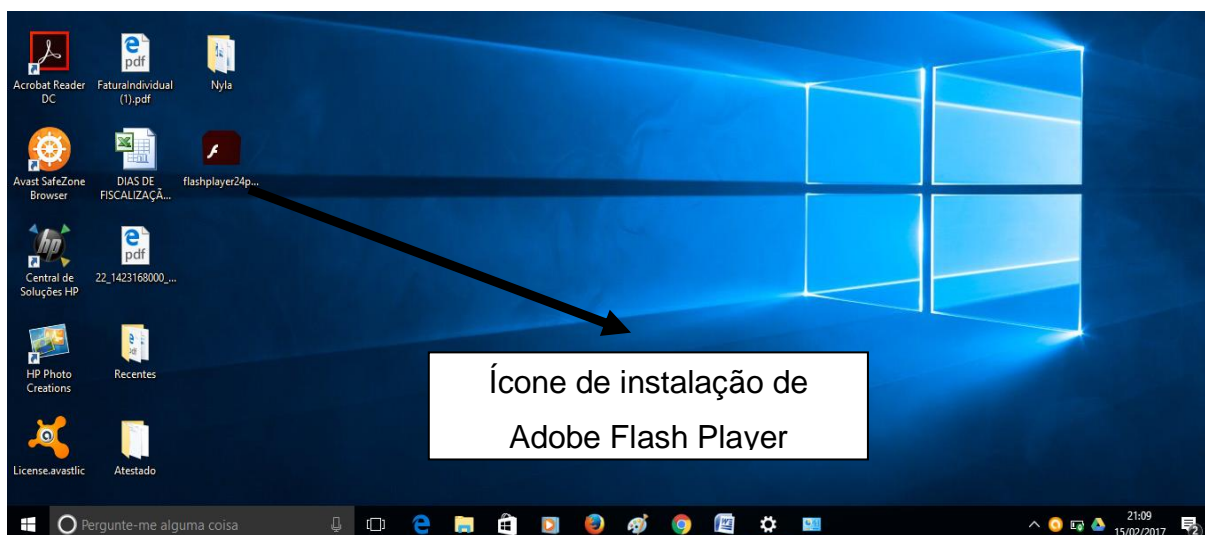
Figura 4: Salvando o plug-in do Adobe Flash Player no computador



Fonte: a própria autora

Para continuar, abra a pasta onde você salvou e localize o instalador do Adobe Flash Player, por exemplo, “install\_flashplayer[xxx].exe” acompanhado do ícone mostrado na Figura 5.

Figura 5: Identificação do ícone de instalação do Adobe Flash Player



Fonte: a própria autora

Dê um clique duplo no instalador para fazer a instalação e permita que seu computador faça as alterações devidas. Em seguida clique em Próximo (aba amarela), conforme a Figura 6.

Figura 6: instalador do Adobe Flash Player

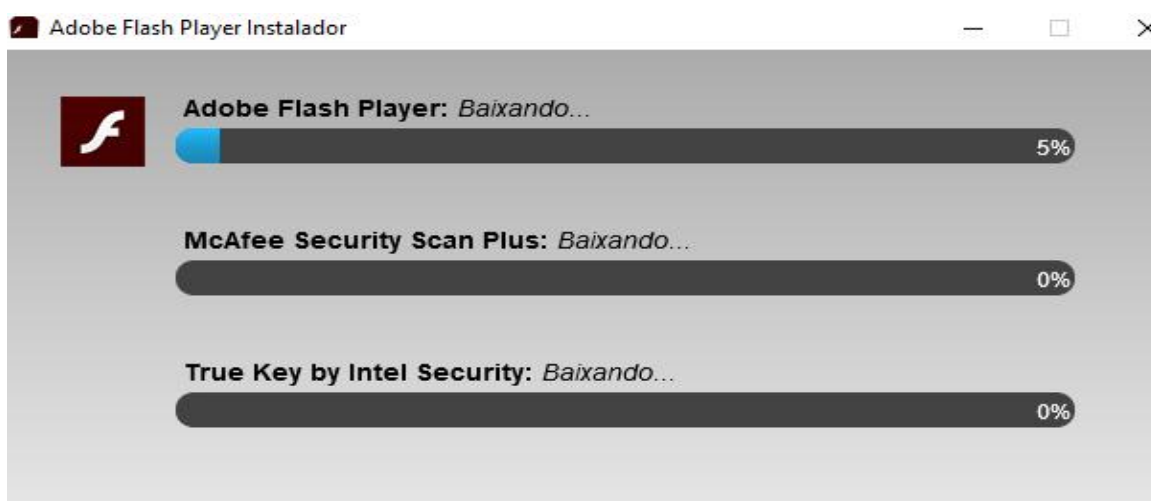


Fonte: a própria autora

Uma nova janela irá se abrir iniciando a instalação (Figura 7).



Figura 7 – Iniciando instalação do Adobe Flash Player

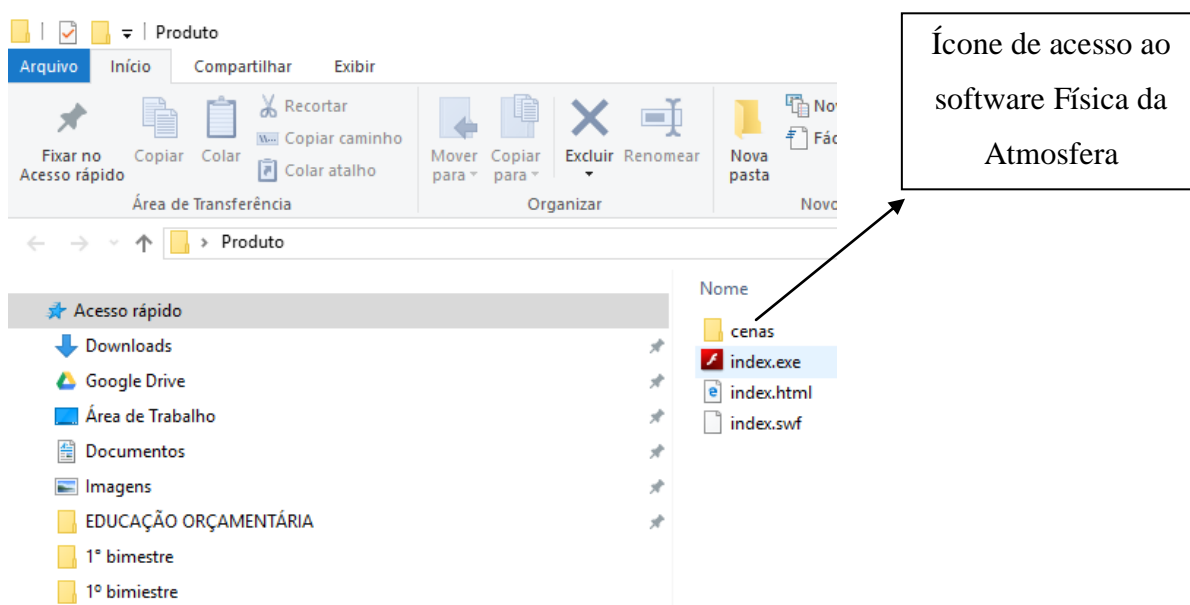


Fonte: a própria autora

Por fim, é só aguardar a instalação do Adobe Flash Player e seu computador estará pronto para abrir o software Física da Atmosfera.

Após a instalação do Adobe Flash Player insira o pen-drive ou CD contendo o software Física Da Atmosfera, dê um clique duplo no ícone *index.exe*, conforme a Figura 8, e por fim, basta seguir as orientações descritas no Tópico 3 deste manual para utilização do software.

Figura 8 – Ícone de acesso ao Software Física da Atmosfera

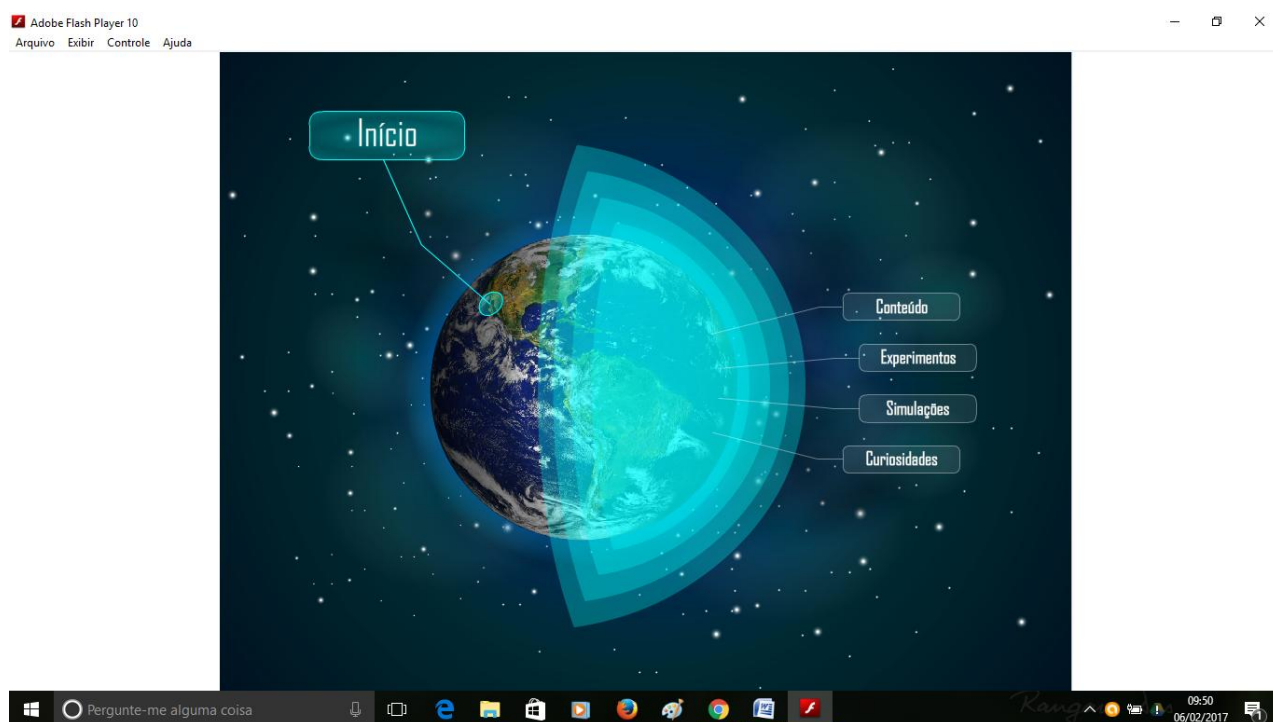


Fonte: a própria autora

### 3 ORIENTAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE FÍSICA DA ATMOSFERA

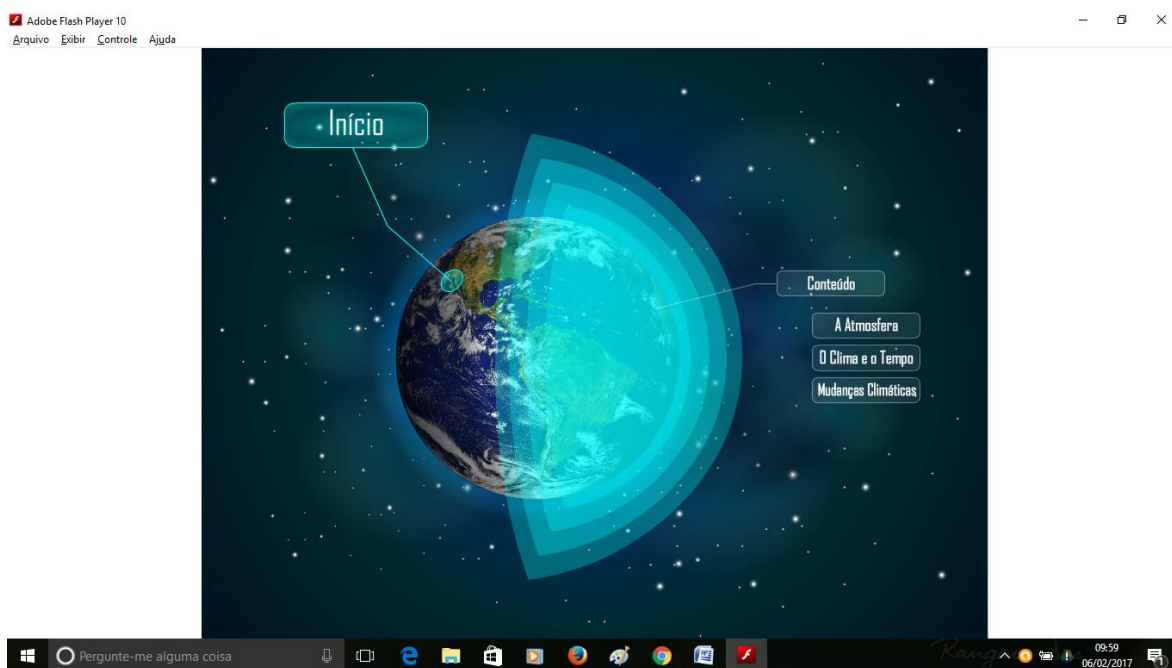
O software possui inicialmente um Menu que é dividido em quatro tópicos: Conteúdo, Experimentos, Simulações e Curiosidades. A interface inicial do programa (Figura 9), já mostra ao aluno sobre o que ele vai estudar, fazendo uma referência à atmosfera da Terra.

Figura 9 – Menu Inicial do programa



Fonte: a própria autora

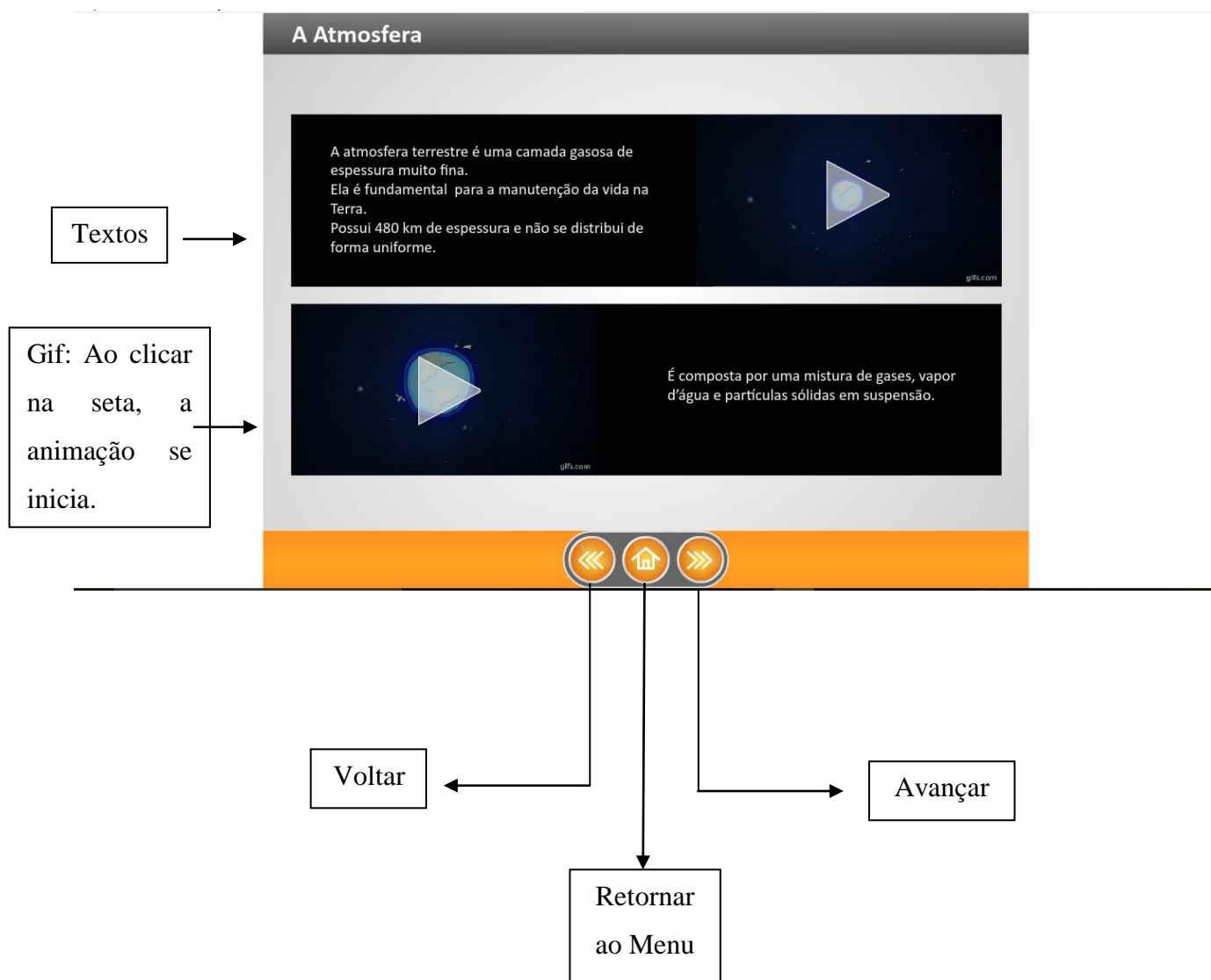
Ao clicar no tópico “Conteúdo”, por exemplo, novas abas surgem (Figura 10), situando o aluno a ordem que este deve seguir para estudar sobre a Física da Atmosfera.

Figura 10 - Abas que aparecem ao clicar em *Conteúdo*

Fonte: a própria autora

Ao clicar em “Atmosfera”, por exemplo, inicia-se então o estudo sobre a Física da Atmosfera (Figura 11), com breves textos e gifs que fazem referência ao conteúdo que será estudado. Na aba inferior, o aluno tem a opção de voltar, acessar o menu inicial, ou avançar.

Figura 11 – Textos e gifs sobre A Atmosfera



Fonte: a própria autora

No decorrer do estudo, algumas palavras aparecem destacadas em itálico, na cor alaranjada (Figura 12), o aluno tem a opção de clicar em cima da palavra e uma nova aba irá ser aberta, como um hipertexto ou hiperlink (Figura 13). As palavras em destaque fazem referência a conteúdos de Física, podendo o aluno já ter estudado ou não sobre este conteúdo, assim, este poderá ver a definição, aplicações ou curiosidades sobre o referido termo ou tema. Ao adentrar esta aba, o aluno tem a opção de passar adiante para continuar o estudo sobre a palavra destacada ou retornar para refazer alguma leitura ou ainda fechar e retornar a leitura que estava anteriormente antes de clicar na palavra em destaque.

Figura 12 – Palavras em destaque

**A Atmosfera**

A atmosfera foi formada pela remoção de gás do próprio planeta, um processo no qual gases como o dióxido de carbono, vapor de água, dióxido de enxofre e nitrogênio foram liberados do interior da Terra por meio de emissões dos vulcões e por outros processos.

**Funções:**

- Proteger a Terra das variações de **Temperatura**, pela incidências os raios solares.
- Proteger a biosfera da Radiação **Ultravioleta** proveniente do Sol.
- Fornecer oxigênio para a manutenção da vida dos seres aeróbicos (macro e micro-organismo).
- Igualar as temperaturas das camadas mais próximas da superfície terrestre através da movimentação de massas de ar.

Palavra em destaque.

Fonte: a própria autora

Figura 13 – Apresentação do conteúdo das palavras destacadas

**A Atmosfera**

**TEMPERATURA**

**O que é temperatura?  
Como podemos medi-la?**

Quando tocamos um metal, como o alumínio por exemplo, podemos dizer que ele está "frio". No entanto se tocamos um objeto de plástico ou de madeira em um mesmo ambiente em que se encontra o alumínio, percebemos que eles não se encontram "frios". O tato nos permite ter a percepção se um corpo está "frio", "quente" ou "morno". Mas em que um corpo "frio" difere de um corpo "quente" ou "morno"?

Retornar na leitura do termo em destaque.

Fechar e retornar ao estudo.

Avançar na leitura do termo em destaque

Fonte: a própria autora

Ao passar o mouse em cima das figuras, uma caixa de diálogo irá surgir, mostrando a referência desta.

Figura 14 – Referência das figuras

**A Atmosfera**

**Ionosfera:**

- Algumas mudanças imprevisíveis na atividade solar (**erupções solares**) provocam alterações consideráveis na densidade de elétrons livres na ionosfera e podem causar um colapso nas comunicações via rádio.



- Esses colapsos ocorrem devido a tempestades magnéticas e são atribuídos ao fluxo anômalo de partículas eletricamente carregadas do Sol.

Referência:  
<http://www.universetoday.com/tag/cme/page/2/>

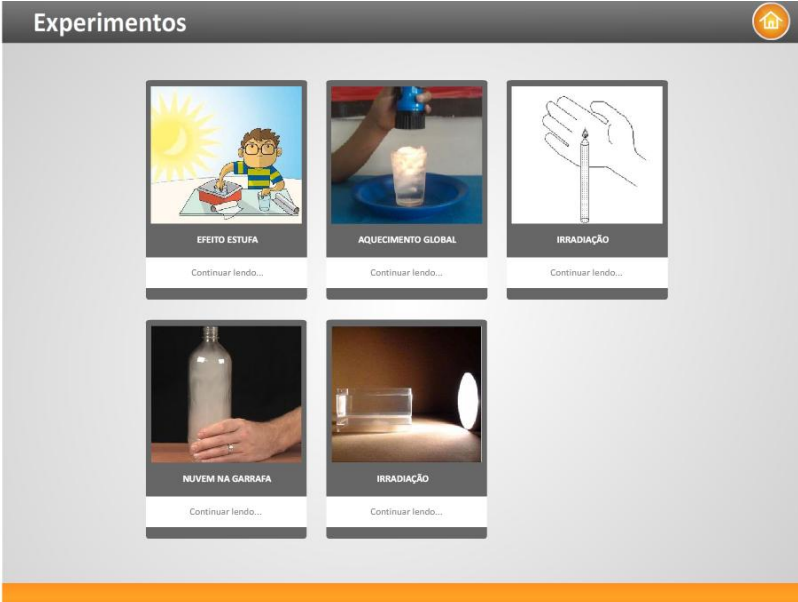
Referência

Fonte: a própria autora

No tópico “Experimentos”, será apresentado um Menu com cinco experimentos de Física que trabalham o conteúdo estudado sobre a Física da Atmosfera (Figura 15).

Figura 15 – Menu do tópico Experimentos

**Experimentos**



EFEITO ESTUFA  
Continuar lendo...

AQUECIMENTO GLOBAL  
Continuar lendo...

IRRADIAÇÃO  
Continuar lendo...

NUVEM NA GARRAFA  
Continuar lendo...

IRRADIAÇÃO  
Continuar lendo...

Fonte: a própria autora

Ao escolher um experimento, a interface mostrará o tema do experimento, seguido de objetivo, materiais necessários para a sua realização, montagem e procedimento, seguido sempre de uma figura ilustrativa para que fique fácil o entendimento, finalizando assim com a análise e explicação deste (Figura 16).

Figura 16 – Interface de um experimento escolhido

Experimentos


## EFEITO ESTUFA

**Objetivo:** Mostrar o fenômeno do efeito estufa e como ele ocorre.


**Materiais:** Dois copos com água, papel alumínio, caixa grande de sapatos, tesoura e filme plástico.

**Montagem e procedimento:** Forre o interior da caixa com papel alumínio, em seguida coloque um dos copos com água dentro da caixa. Tampe a caixa com filme plástico e coloque o segundo copo e a caixa sob a luz do sol ou sob a luz de uma lâmpada acesa. Após dez minutos, abra a caixa e sinta com o dedo qual dos dois copos está com a água mais quente, conforme a Figura 1.


**Análise e explicação:** Ao iluminar a caixa, a luz passa pelo filme e se transforma em calor ao atingir a superfície interna. O ar se aquece e não pode sair da caixa por causa do filme plástico, aumentando assim a temperatura interna da caixa. Por este motivo, a água do copo que está dentro da caixa fica mais quente que a água do copo que está fora.

O efeito estufa é um fenômeno natural que mantém a Terra aquecida, permitindo assim que ocorra a vida da forma que conhecemos. Se não houvesse o efeito estufa, a temperatura média da Terra seria de -18°C, em vez dos 15°C que temos hoje. Entretanto, com a intervenção do homem sobre a natureza, esse fenômeno está aumentando e deixando o nosso planeta cada vez mais quente.

Referência: Disponível em <http://www.abc.com.br/infantil/2015/08/faca-voce-mesmo-experiencia-simula-o-efeito-estufa> Acesso em 22/07/16 as 13:34.  
 Figura: <http://chc.cienciahoje.uol.com.br/o-efeito-estufa-diante-de-seus-olhos-2/>



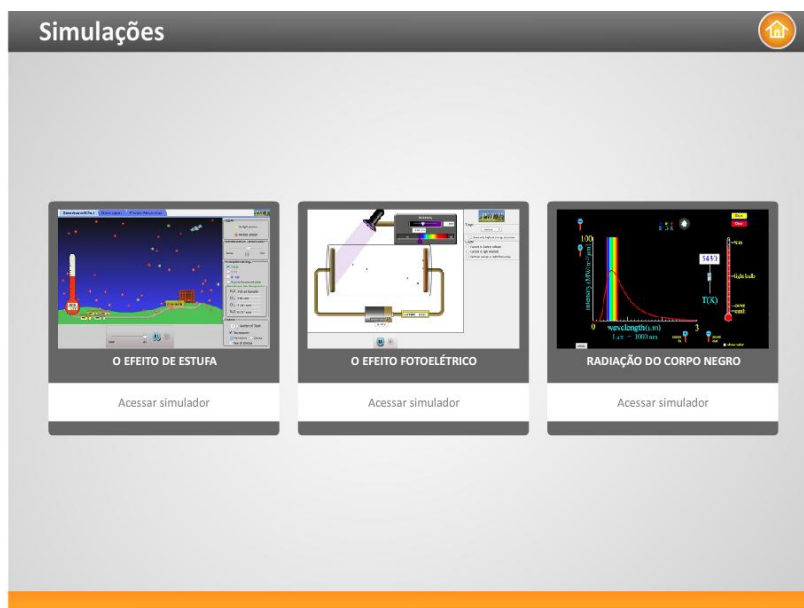
Figura



Fonte: a própria autora

No tópico Simulação, será possível simular o Efeito Estufa, o Efeito Fotoelétrico e a Radiação de um corpo negro (Figura 17).

Figura 17 – Interface do tópico Simulações

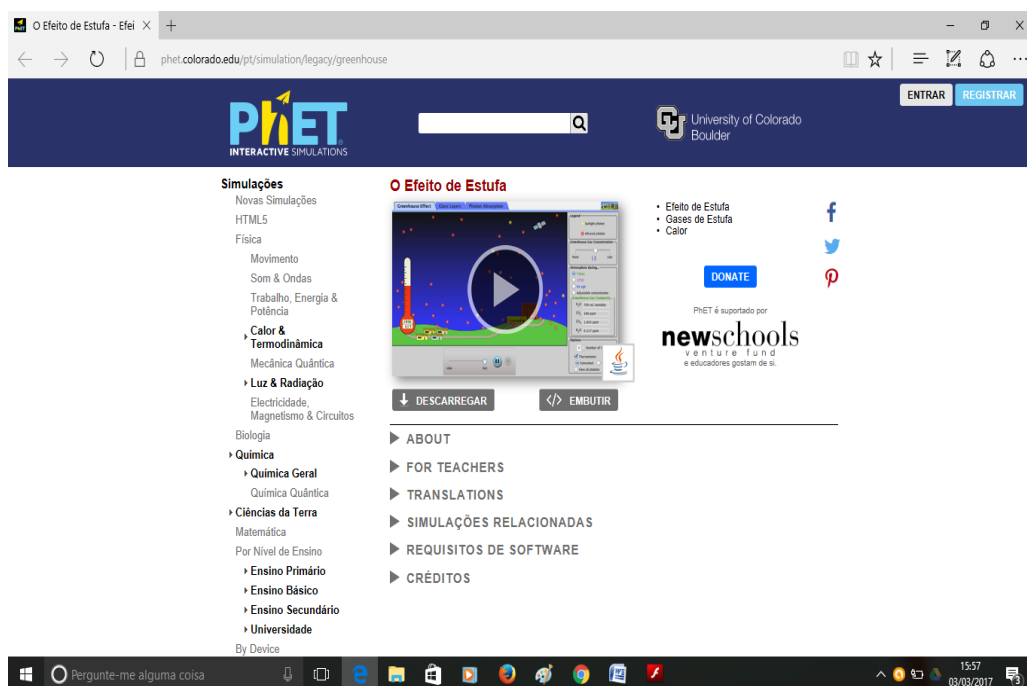


Fonte: a própria autora

Ao escolher uma simulação, seu computador irá redirecioná-lo a página <https://phet.colorado.edu/pt/simulation/legacy/greenhouse> para instalação do simulador (Figura 18), nesse caso é necessário estar conectado a internet. No entanto, caso não esteja conectado a uma rede, no CD de instalação do software Física da Atmosfera, estes simuladores já estarão salvos em uma pasta extra, com o nome Simulações, caso você não queira instalá-los em seu computador.



Figura 18 – Página de instalação dos simuladores

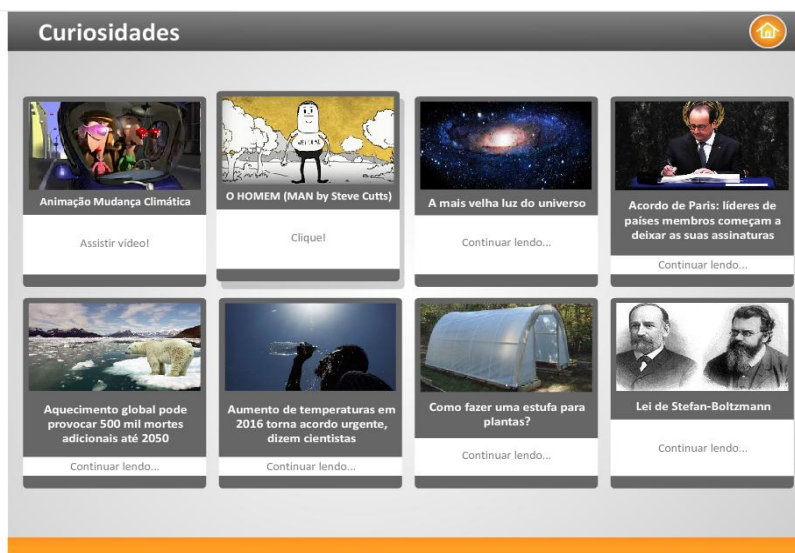


47

Fonte: a própria autora

No tópico Curiosidades, será possível ler reportagens e curiosidades sobre diversos temas relacionados à Física da Atmosfera, bem como assistir a dois vídeos que retratam sobre as mudanças climáticas e o relacionamento do homem com o mundo natural (Figura 19).

Figura 19 – Interface do tópico Curiosidades

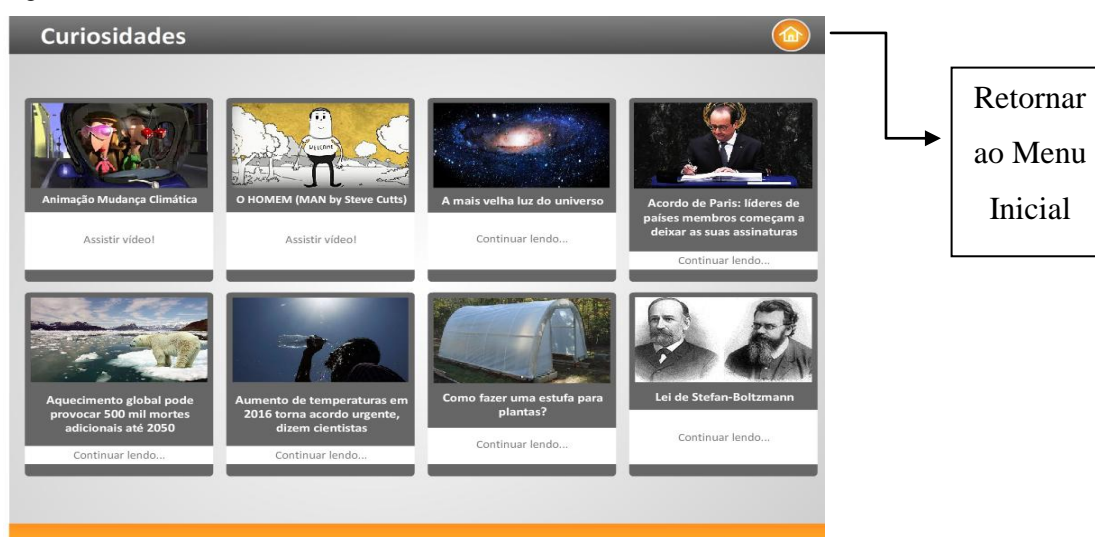


Fonte: a própria autora

Ao clicar em *Assistir vídeo!* seu computador irá redirecioná-lo ao site do Youtube, na página a qual o vídeo fica hospedado. Assim, é necessário estar conectado a uma rede para assisti-lo. No entanto, caso não esteja conectado a uma rede, no CD de instalação do software Física da Atmosfera, estes vídeos já estarão salvos em uma pasta extra, com o nome *Curiosidades – Vídeos*.

Sempre que achar importante retornar à interface inicial do software Física da Atmosfera, basta clicar no ícone “casa”, localizado na parte superior esquerda, conforme a Figura 20.

Figura 20 – Retornar a interface inicial



Fonte: a própria autora

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como apresentado anteriormente, a intenção do software é que o aluno aprenda sobre um assunto novo, Física da Atmosfera, e através desta possa aprender outros conceitos e conteúdos de Física, como calor, temperatura, pressão, conhecer um pouco de Física Moderna e Física Quântica, entre outros. Mas isso não impede ao professor de trabalhar de forma contrária.

O software é moderno e revolucionário, no que diz respeito ao conteúdo abordado e a forma que ele está disposto, procurando mostrar ao aluno o máximo de interação possível, além de trabalhar alguns conteúdos de física de forma diferenciada, sem a utilização de livros, ou textos complementares. O aluno consegue tranquilamente manipular o software sem a necessidade de explicações anteriores.

Fica a critério do professor a melhor forma de utilizar o software em sala de aula. Sabe-se que a realidade de cada professor é diferente. Alguns possuem poucas aulas de física, ou o cronograma da escola não aceita ou não autoriza mudanças, mas a utilização deste software pode trazer grandes mudanças na aprendizagem do aluno.

O professor pode utilizar o software como uma atividade extra para casa, ou relacionar com algum conteúdo visto em sala, levá-los ao laboratório da escola e a partir do software já iniciar a aula de física, ou utiliza-lo como um projeto inovador em sua escola.

Logo, o que se pretende com a criação deste software é que os alunos de ensino médio sintam-se motivados a aprender Física, uma física moderna, ligada ao seu cotidiano e a sua realidade. É consenso entre os professores que a forma que a Física é abordada nos livros didáticos a torna desmotivadora para os alunos, pois em meio as grandes tecnologias e informações o aluno não vê aplicabilidade da física estudada em sala, cheia de fórmulas, com a física que o mundo tecnológico utiliza.

Assim, ilustríssimos professores, inovem-se, mergulhem em novas formas de ensino e aprendizagem, deixem seus alunos apaixonados por esta Ciência que intrigou muitos filósofos, cientistas e até hoje ainda o faz.

## APÊNDICE C – Opinião dos professores em relação ao software Física da Atmosfera.

Professor	Opinião
Professor 1	<i>“Adorei o programa, seria bom se fosse adaptado como aplicativo em celulares para que os alunos conseguissem ter com mais praticidade em casa e na escola durante a aula.”</i>
Professor 2	<i>“Achei muito interessante e organizado. Com certeza assim que for disponibilizado eu usarei em minhas aulas.”</i>
Professor 3	<i>“Gostei. Está tudo em um só lugar. Perfeito! Vídeos, gifs, simulações, tudo compactado, perfeito para o professor.”</i>
Professor 4	<i>“Gostei muito do software, procura ensinar física numa linguagem mais perto da realidade do aluno, apenas colocaria alguns testes como desafios no final da apresentação do software.”</i>
Professor 5	<i>“O produto é muito promissor. Não mudaria nada, acrescentaria só uma parte filosófica para despertar uma reflexão no aluno sobre uma possível mudança de atitude.”</i>
Professor 6	<i>“Algumas melhorias na tela inicial, colocaria os gifs automáticos (sem clic).”</i>
Professor 7	<i>“Está muito grande.”</i>
Professor 8	<i>“Gostaria que vinculasse pelo menos ao nono ano do Ensino Fundamental II.”</i>
Professor 9	<i>“O software é bastante didático e também bastante interdisciplinar, o que acho que deixaria mais atrativo é se as imagens de abertura tivessem movimento.”</i>
Professor 10	<i>“Particularmente considero o software excelente.”</i>
Professor 11	<i>“Perfeito! Bem interativo e motivador.”</i>
Professor 12	<i>“Eu gostei muito por sua aplicabilidade e funcionalidade.”</i>
Professor 13	<i>“Atrativo, ainda não tenho conhecimento de causa para apontar o que melhoraria.”</i>
Professor 14	<i>“Gostei muito e de primeira impressão não mudaria nada.”</i>
Professor 15	<i>“O software é muito bom, sem dúvida trará benefícios a aprendizagem.”</i>

Professor 16	<i>“No momento não mudaria nada, está muito bom.”</i>
Professor 17	<i>“Penso que está completo.”</i>
Professor 18	<i>“Ótimo, pois possui fácil manipulação.”</i>
Professor 19	<i>“Software que pode motivar o aluno nas aulas de Física”</i>
Professor 20	<i>“Muito bem elaborado e com conteúdo rico. Gostei da parte gráfica também, pois há muitas animações e curiosidades/contextualização.”</i>
Professor 21	<i>“Muito bom, não precisa melhorar.”</i>
Professor 22	<i>“Em minha opinião o software está ótimo, com muitas opções de uso para abordar assuntos de Física em sala de aula.”</i>
Professor 23	<i>“É bom, não faria modificações.”</i>
Professor 24	<i>“Acrescentaria um questionário para avaliar o aprendizado do aluno.”</i>
Professor 25	<i>“Adicionaria um apêndice com questões.”</i>
Professor 26	<i>“Excelente. Aborda os conteúdos de forma clara e interdisciplinar. Acrescentaria alguns questionários.”</i>
Professor 27	<i>“O software é muito fácil de ser usado, além de ser bem interativo. Acrescentaria questionários ou exercícios.”</i>
Professor 28	<i>“Aumentar as simulações.”</i>
Professor 29	<i>“Gostei muito, mas poderia ter questões nível estilo ENEM.”</i>
Professor 30	<i>“Em geral, muito bacana, colocaria apenas questões.”</i>
Professor 31	<i>“Muito bom. Adicionaria questões.”</i>
Professor 32	<i>“Muito bom, colocar uma aba com questões ENEM, exercícios de diversos tipo.”</i>
Professor 33	<i>“Colocaria questões do ENEM, pois existem questões com esse tema, é o foco do Ensino Médio.”</i>
Professor 34	<i>“A criação de um banco de questões. Alguns desafios para o aluno (criar uma competitividade.)”</i>
Professor 35	<i>“Interface muito intuitiva e elegante. Acrescentaria algumas questões para um ‘feedback’ e testes para avaliar o aluno.”</i>
Professor 36	<i>“O software aparenta estar completo, falta questões respectivas ao assunto, porém acredito deixar estas para o professor, deixando-o livre para cobrar o que achar necessário.”</i>

Professor 37	<i>“Colocaria questões para testar o conhecimento adquirido.”</i>
Professor 38	<i>“Um banco de questões interativo, que envolva pontuação ou qualquer outro atrativo.”</i>
Professor 39	<i>“Acrescentaria questões de múltipla escolha com gabarito no final.”</i>
Professor 40	<i>“Colocaria uma seção com questões e outra com curiosidades em nosso cotidiano. Criar uma versão para Android.”</i>
Professor 41	<i>“Abordaria umas questões referente ao conteúdo.”</i>