

## **UTILIZANDO UM JOGO VIRTUAL PARA ENFATIZAR CONCEITOS FÍSICOS NO ESTUDO DA ATMOSFERA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

JOSÉ CARLOS DE FRANÇA

Dissertação de Mestrado apresentada 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.

Orientador(es):

Prof.<sup>a</sup> Dra. Erlania Lima de Oliveira

Prof.<sup>o</sup> Dr. Rafael Castelo Guedes Martins

Mossoró/RN  
Fevereiro de 2020

UTILIZANDO UM JOGO VIRTUAL PARA ENFATIZAR CONCEITOS FÍSICOS  
NO ESTUDO DA ATMOSFERA NO ENSINO FUNDAMENTAL


JOSÉ CARLOS DE FRANÇA

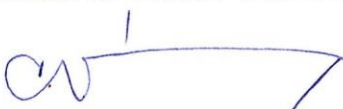
Orientador(es):


Prof.<sup>a</sup> Dra. Erlania Lima de Oliveira  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Rafael Castelo Guedes Martins

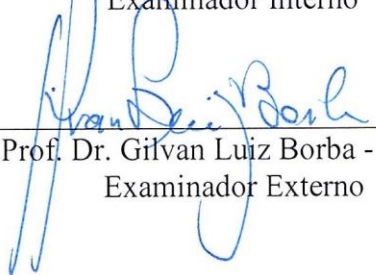
Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 14 de fevereiro de 2020 por:

  
Prof.<sup>a</sup> Dra. Erlania Lima de Oliveira - UFERSA  
Presidente da Banca e Orientadora

  
Prof. Dr. Carlos Antonio López Ruiz - UERN  
Examinador Interno

  
Prof. Dr. Marcelo Nunes Coelho - IFRN  
Examinador Interno

  
Prof. Dr. Gilvan Luiz Borba - UFRN  
Examinador Externo

Mossoró/RN  
Fevereiro de 2020

© 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 n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 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.

F815u França, José Carlos de.  
Utilizando um jogo virtual para enfatizar  
conceitos físicos no estudo da atmosfera no ensino  
fundamental / José Carlos de França. - 2020.  
137 f. : il.

Orientador: Erlania Lima de Oliveira.  
Coorientador: Rafael Castelo Guedes Martins.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Física, 2020.

1. Atmosfera Terrestre. 2. Conceitos Físicos.  
3. Ensino Fundamental. 4. Aprendizagem Baseada em  
Jogos Digitais. I. Oliveira, Erlania Lima de,  
orient. II. Martins, Rafael Castelo Guedes, 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.

Dedico esta dissertação a meus pais, Seu Geraldo e Dona Rita, que com muita dedicação e esforço, possibilitaram que pudesse alcanças meus objetivos.

## **Agradecimentos**

À Deus, por ter permitido que tudo pudesse acontecer conforme a sua vontade.

À minha orientadora, a Professora Dr. Erlânia Lima de Oliveira, e ao meu co-orientador, o Professor Dr. Rafael Castelo Guedes Martins, pelas orientações e contribuições que foram determinantes para o desenvolvimento e conclusão desse trabalho.

À CAPES e à SBF, por oportunizar e viabilizar o Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF.

À UFERSA e todo o corpo docente responsável pela implantação e manutenção do MNPEF.

A todos os professores que fazem parte do Programa do MNPEF do Polo 9 – UFERSA, em especial, ao Professor Dr. Carlos Alberto dos Santos, por ter compartilhado um pouco do seu conhecimento.

Ao designer de jogos, Antônio Kalielso, pelo comprometimento e disponibilidade para elaboração do projeto e construção do jogo virtual.

À diretora da Escola Estadual Prof.<sup>a</sup> Gildecina Bezerra, a Professora Djaine Revany, pelo grande apoio e contribuição, que foi essencial para a conclusão desse trabalho

Aos meus colegas professores, em especial, às Professoras Ana Patrícia Mariano e Jancleide Souza, pela disponibilidade e contribuições didático-pedagógicas.

A todos que fazem parte do Educandário Nossa Senhora das Graças, por terem permitido que esse trabalho fosse aplicado em suas dependências.

À Professora Diana Bezerra, por ter cedido sua turma para a aplicação do produto educacional, mostrando-se ainda sempre solícita a todas as informações requeridas.

À minha família, meus pais e meus irmãos, por sempre terem oferecido, direta ou indiretamente, as condições para que pudesse atingir minhas metas.

Aos meus amigos, em especial a Wodson Bezerra, Leandro Deon e Werverson Félix, pelo apoio, incentivo e colaborações de sempre.

A todos os meus colegas da turma 2017 do MNPEF do Polo 9 – UFERSA, pelos grandes momentos de compartilhamento de saberes, experiências e descontração.

Ao Professor Benito de Maia Barros (*in memoriam*), ex-coordenador do Polo da UFRN em Macau/RN., por sempre ter acreditado nas pessoas, possibilitando que conseguissem buscar seus objetivos.

## RESUMO

### UTILIZANDO UM JOGO VIRTUAL PARA ENFATIZAR CONCEITOS FÍSICOS NO ESTUDO DA ATMOSFERA NO ENSINO FUNDAMENTAL

JOSÉ CARLOS DE FRANÇA

Orientador(es):

Prof.<sup>a</sup> Dra. Erlania Lima de Oliveira  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Rafael Castelo Guedes Martins

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.

As grandezas físicas estão diretamente relacionadas ao entendimento dos mais diversos fenômenos do cotidiano. No entanto, a compreensão de seus conceitos, por parte dos alunos, na maioria das vezes, é comprometida, em decorrência da forma como são trabalhados em sala de aula. Isso se torna mais evidente no Ensino Fundamental, na disciplina de Ciências, na qual esses conceitos estão presentes. Entre os fatores que contribuem para isso, e que podem agir isoladamente, ou de forma conjunta, estão: professores que não possuem formação específica na área de Ciências da Natureza, especialmente de Física; uso de metodologias que privilegiam o livro didático; a não abordagem ou tratamento superficial desses conceitos, negligenciando seu potencial para explicar situações do dia a dia. Diante disso, esse trabalho apresenta a aplicação de um produto educacional, que corresponde a uma sequência didática, a partir do jogo virtual educacional **Viagem Na Atmosfera Terrestre**, fazendo uso da aprendizagem baseada em jogos digitais, que por sua vez, teve a pretensão de desenvolver nos alunos uma aprendizagem com significado, colocando-os no centro desse processo. Esse jogo, que simula a atmosfera terrestre, foi desenvolvido no *Unity 3D*, com a finalidade de enfatizar os conceitos físicos de grandezas presentes no estudo da atmosfera terrestre, no Ensino Fundamental II (anos finais), na 6<sup>a</sup> ou 7<sup>a</sup> série dessa etapa de ensino. Tais grandezas, a saber, volume, massa, peso, densidade, pressão, temperatura, calor e umidade, estão presentes em situações e fenômenos do cotidiano. A apresentação e análise dos resultados da aplicação dessa proposta de intervenção, em uma turma da 6<sup>a</sup> série do Ensino Fundamental II, de uma escola do município de Afonso Bezerra/RN, aponta para um satisfatório cumprimento dos objetivos pretendidos inicialmente, havendo ampla aceitação do jogo e participação nas demais etapas da sequência didática, evidenciadas nos questionários de opinião e comentários dos alunos durante a execução das atividades propostas.

**Palavras-chave:** Atmosfera Terrestre, Conceitos Físicos, Ensino Fundamental, Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais.

Mossoró/RN  
Fevereiro de 2020

# ABSTRACT

## USING A VIRTUAL GAME TO EMPHASIZE PHYSICS CONCEPTS IN THE ATMOSPHERE STUDY AT MIDDLE SCHOOL

JOSÉ CARLOS DE FRANÇA

Academic advisors:

Dr. Erlania Lima de Oliveira

Dr. Rafael Castelo Guedes Martins

Master's degree dissertation submitted to the Graduate Program by the Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) in the Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), as part of the necessary requirements to obtain the title of Master's degree in Physics Education

The physics greatness is directly related to the understanding of the most diverse daily phenomena. However, students' understanding of their concepts is often compromised due to the way they are worked in the classroom. This becomes more evident at middle school, in the Science discipline, in which these concepts are present. Among the factors that contribute to this, and that can act in isolation or together, are: teachers who do not have specific training in the area of Natural Sciences, especially Physics; use of methodologies that favor the textbook; the non-approach or superficial treatment of these concepts, neglecting their potential to explain daily situations. Thus, this undergraduate thesis presents the application of an educational product, which corresponds to a didactic sequence, from the virtual educational game **Viagem Na Atmosfera Terrestre**, making use of digital game-based learning, which, in turn, intended to develop give students meaningful learning by placing them at the center of this process. This game, which simulates the earth's atmosphere, was developed in the Unity 3D software, with the purpose of emphasizing the concepts of the physical quantities present in the study of the earth's atmosphere, at Middle School (final years), in the 6th or 7th grade of this teaching stage. Such quantities, namely volume, mass, weight, density, pressure, temperature, heat and humidity, are present in daily situations and phenomena. The presentation and analysis of the results of this intervention proposal application, in a 6th grade middle school class from a school, in the city of Afonso Bezerra/RN, points to a satisfactory fulfillment of the objectives initially intended, with wide acceptance of the game and participation in the other stages of the didactic sequence, evidenced in the opinion questionnaires and student comments during the execution of the proposed activities.

**Keywords:** Earth Atmosphere, Physics Concepts, Middle School, Digital Game Based Learning.

Mossoró/RN  
February, 2020

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Tela inicial do jogo. ....	23
<b>Figura 2:</b> Tela de perguntas do jogo. ....	25
<b>Figura 3:</b> Tela mostrando uma das missões do jogo. ....	25
<b>Figura 4:</b> Distribuição da temperatura do ar à superfície na Região Tropical de janeiro a julho. ....	35
<b>Figura 5:</b> Parcela de ar em equilíbrio hidrostático. ....	37
<b>Figura 6:</b> Representação esquemática de um barômetro de mercúrio. ....	39
<b>Figura 7:</b> Gráfico da variação de densidade e de pressão em relação à superfície. ....	40
<b>Figura 8:</b> Estrutura vertical da atmosfera terrestre até 110 km de altitude. ....	42
<b>Figura 9:</b> Elemento infinitesimal de área $dS$ localizado na superfície de uma esfera de raio $r$ . ....	47
<b>Figura 10:</b> Elemento de ângulo sólido $d\omega$ subtendido pelo elemento de área $dS$ , ....	48
<b>Figura 11:</b> Simulação do funcionamento da troposfera. ....	58
<b>Figura 12:</b> Aula de apresentação dos conceitos físicos. ....	59
<b>Figura 13:</b> Formação das equipes. ....	60
<b>Figura 14:</b> Uma das equipes em ação. ....	61
<b>Figura 15:</b> Gráficos das questões 1 e 2 da pesquisa com os professores. ....	63
<b>Figura 16:</b> Gráficos das questões 3 e 4 da pesquisa com os professores. ....	63
<b>Figura 17:</b> Gráficos das questões 5 e 6 da pesquisa com os professores. ....	64
<b>Figura 18:</b> Gráficos das questões 7 e 8 da pesquisa com os professores. ....	64
<b>Figura 19:</b> Gráficos das questões 10 e 11 da pesquisa com os professores. ....	65
<b>Figura 20:</b> Gráficos das questões 12, 13 e 14 da pesquisa com os professores. ....	66
<b>Figura 21:</b> Gráficos das questões 1 e 2 do questionário prévio. ....	67
<b>Figura 22:</b> Gráficos das questões 3, 4 e 5 do questionário prévio. ....	67
<b>Figura 23:</b> Animação correspondente ao primeiro desafio. ....	71
<b>Figura 24:</b> Animação relacionada ao segundo desafio. ....	72
<b>Figura 25:</b> Animação relacionada ao terceiro desafio. ....	73
<b>Figura 26:</b> Animação relacionada ao quarto desafio. ....	74
<b>Figura 27:</b> Desempenho das equipes nas duas partidas da competição. ....	77
<b>Figura 28:</b> Ranking final da equipe “Meninas P. A”. ....	77
<b>Figura 29:</b> Gráficos das questões 1 e 2 do questionário pós-aplicação. ....	78
<b>Figura 30:</b> Gráfico da questão 3 do questionário pós-aplicação. ....	79
<b>Figura 31:</b> Gráficos das questões 4 e 5 do questionário pós-aplicação. ....	79



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Comentários dos alunos durante a aula de revisão sobre o estudo da atmosfera. ....	70
<b>Quadro 2:</b> Comentários sobre a aula de apresentação dos conceitos físicos.....	75
<b>Quadro 3:</b> Comentários dos alunos durante a aplicação do jogo. ....	76

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Composição da atmosfera para uma altitude de 0 a 25 km. ....	29
<b>Tabela 2:</b> Respostas dos professores à pergunta 9 do questionário.....	65

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

Eq. – Equação

Fig. – Figura

SI – Sistema Internacional de Unidades

# SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 .....	1
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	4
1.1.1 Objetivo Geral .....	4
1.1.2 Objetivos Específicos .....	5
CAPÍTULO 2 .....	6
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
2.1 Conceitos Físicos da Atmosfera no Ensino Fundamental .....	6
2.1.1 A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e o Ensino de Ciências no Ensino Fundamental.....	6
2.1.2 A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as mudanças no ensino de Ciências no Ensino Fundamental (Anos Finais) .....	10
2.1.3 Como os livros didáticos abordam conceitos físicos no Ensino Fundamental .....	13
2.1.4 Dificuldades enfrentadas pelos professores no ensino de conceitos físicos no Ensino Fundamental .....	14
2.1.5 Estratégias metodológicas para o ensino de conceitos físicos no Ensino Fundamental .....	16
2.2 Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais Educacionais e o Ensino de Física ...	18
2.2.1 Aprendizagem baseada em jogos digitais educacionais .....	18
2.2.2 Jogos digitais e ensino de conceitos físicos.....	21
2.2.3 O jogo virtual educacional Viagem Na Atmosfera Terrestre .....	23
CAPÍTULO 3 .....	27
3 CONCEITOS BÁSICOS EM FÍSICA DA ATMOSFERA .....	27
3.1 O que é a atmosfera terrestre? .....	27
3.2 Composição da atmosfera terrestre.....	28
3.3 Principais gases da atmosfera .....	29
3.3.1 Nitrogênio.....	29
3.3.2 Oxigênio e ozônio.....	30
3.3.3 Gás carbônico .....	31
3.3.4 Vapor d'água .....	31
3.3.3.1 Quantificação da umidade atmosférica.....	32
a) Umidade absoluta ( $\rho_v$ ) .....	32
b) Umidade relativa ( $U$ ).....	33
3.4 Variáveis de estado dos gases atmosféricos .....	34
3.4.1 Temperatura.....	34
3.4.1.1 Isotermas.....	34
3.4.1.2 Gradiente térmico .....	35
3.4.2 Massa específica (ou densidade absoluta) .....	36
3.4.3 Pressão .....	36
3.4.3.1 Pressão atmosférica .....	36
3.4.3.2 Equação do equilíbrio hidrostático .....	37
3.4.3.3 Determinação da pressão atmosférica .....	38
3.4.4 Variação da densidade e da pressão atmosférica com a altitude .....	40
3.5 Estrutura vertical da atmosfera .....	41
3.5.1 Troposfera.....	43
3.5.2 Tropopausa .....	43
3.5.3 Estratosfera .....	43

3.5.4 Estratopausa.....	43
3.5.5 Mesosfera .....	44
3.5.6 Mesopausa .....	44
3.5.7 Termosfera.....	44
3.5.8 Ionosfera .....	45
3.5.9 Exosfera .....	45
3.6 Trocas de calor na atmosfera .....	45
3.7 Radiação solar.....	46
3.7.1 Radiação .....	46
3.7.2 Intensidade de radiação .....	47
3.7.3 Radiação solar no topo da atmosfera.....	48
3.8 Circulação atmosférica e massas de ar .....	49
3.8.1 Caracterização do vento.....	49
3.8.2 Massas de ar .....	50
3.8.3 Circulação global.....	51
3.8.4 Circulação local .....	51
CAPÍTULO 4 .....	52
4 DESCRIÇÃO E APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	52
4.1 Definição do produto educacional .....	52
4.2 Etapas da sequência didática .....	52
4.2.1 Primeira etapa .....	52
4.2.2 Segunda etapa .....	54
4.2.3 Questionários de pesquisa .....	55
4.2.3.1 Questionário de pesquisa para os professores .....	55
4.2.3.2 Questionário prévio com os alunos .....	55
4.2.3.3 Questionário pós-aplicação com os alunos.....	55
4.3 Público-alvo da aplicação do produto educacional .....	55
4.4 Recursos materiais .....	56
4.5 Aplicação do produto educacional .....	56
4.5.1 Definição do local de aplicação.....	56
4.5.2 Momentos relacionados à aplicação .....	57
4.5.2.1 Primeiro momento – Questionário de pesquisa para os professores .....	57
4.5.2.2 Segundo momento – Questionário prévio com os alunos .....	57
4.5.2.3 Terceiro momento – Aulas expositivas dialogadas .....	57
4.5.2.4 Quarto momento – Apresentação do jogo e formação das equipes para a competição.....	59
4.5.2.5 Quinto momento – Aplicação do jogo.....	60
4.5.2.6 Sexto momento – Questionário pós-aplicação com os alunos .....	61
4.5.2.7 Sétimo momento – Finalização da aplicação do produto educacional.....	61
4.5.3 Registros em áudio .....	61
CAPÍTULO 5 .....	62
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	62
5.1 Questionário de pesquisa para os professores .....	62
5.2 Questionário prévio com os alunos .....	66
5.3 Aulas expositivas dialogadas.....	68
5.4 Momentos relacionados à aplicação do jogo.....	76
5.5 Questionário pós-aplicação .....	78
CAPÍTULO 6 .....	81
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	81
REFERÊNCIAS .....	84

APÊNDICE A – Produto educacional.....	90
APÊNDICE B – Questionário de pesquisa com os professores.....	121
APÊNDICE C – Questionário prévio com os alunos.....	123
APÊNDICE D – Questionário pós-aplicação com os alunos.....	124
APÊNDICE E – Desafios: Estudo da atmosfera terrestre.....	125

# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUÇÃO

A Ciência e a Tecnologia são realidades presentes na vida diária de cada um de nós. O conhecimento advindo dessas áreas está mudando frequentemente o mundo em que vivemos, alterando o espaço, o contexto, a paisagem e as relações humanas.

Assim, a escola e todos os seus componentes, especialmente a classe docente, como integrante dessa sociedade, é convidado a incorporar e/ou adaptar os desenvolvimentos tecnológicos em sua prática, objetivando potencializar os processos de ensino-aprendizagem de conteúdos disciplinares, fazendo com que os alunos participem ativamente dessa dinâmica.

Muitas das atividades relacionadas com o nosso cotidiano seriam absolutamente impossíveis não fosse a existência e funcionalidades de certos aparatos tecnológicos, como os computadores.

Velloso (2004) diz que não há exagero em afirmar que a vida contemporânea se desenvolve sobre o alicerce da informática. Nessa nova sociedade, tanto o desempenho de qualquer atividade profissional quanto o próprio relacionamento com o meio e com os pares, impõem o conhecimento e a utilização das tecnologias da informação e computação.

Com o advento da sociedade da informação, o sistema educativo brasileiro deve se integrar em um novo contexto, pois sendo a escola um micromundo que tem, dentre suas finalidades, a preparação dos indivíduos para a vida adulta do amanhã, deve ela constituir-se com as mesmas características (GARCIA C., 2012).

Para Silva (2017) o século XXI é caracterizado por mudanças de cunho fortemente sociocultural influenciadas pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), e que estão cada vez mais presentes em quase todas as camadas da sociedade atual, exigindo da escola mudanças para receber e integrar os novos alunos, que já nasceram imersos no mundo e na linguagem dessas novas tecnologias.

Portanto, para a sociedade atual, completamente imersa na tecnologia e seus produtos e/ou serviços, o conhecimento científico, nesse contexto, torna-se fundamental para a resolução ou encaminhamento de muitos problemas que se fazem presentes no cotidiano dos alunos.

Como afirma Medeiros e Oliveros (2008), não se pode negar que a produção de conhecimento humano é prática social indispensável ao desenvolvimento geral da sociedade.

Nesse contexto, as Ciências Naturais exercem uma posição de destaque. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – 5ª a 8ª séries: “na educação Contemporânea, o Ensino de Ciências Naturais é uma das áreas em que se pode reconstruir a relação ser humano/natureza em outros termos contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência social e planetária” (BRASIL, 2001, p. 22).

É importante destacar que “por meio de temas de trabalho, o processo de Ensino e Aprendizagem na área de Ciências Naturais pode ser desenvolvido dentro do contexto social e culturalmente relevantes que potencializem a aprendizagem significativa” (BRASIL, 2001, p. 28). Esses temas devem ser suficientemente flexíveis para abrigar as dúvidas e curiosidades dos estudantes, possibilitando uma sistematização dos diversos conteúdos e seu desenvolvimento histórico, estando de acordo com as características e necessidades das classes de alunos, em diferentes ciclos (BRASIL, 2001).

E nesse contexto, o processo de aprendizagem deve ser pleno, contemplado o indivíduo integralmente, estando relacionado a estratégias de ensino cujo centro é o próprio aluno, fazendo com que ele aprenda por si só, tomando a iniciativa para iniciar e conduzir livremente as ações, com o professor na condição de mediador, possibilitando a compreensão de conteúdos cujo significado pode ser aplicado no cotidiano.

Assim, o ensino das Ciências Naturais, pode possibilitar a formação de um cidadão atuante, com instrumentos capazes de compreender, interpretar e participar ativamente do mundo em que vive.

Nesse sentido a Física merece destaque especial, uma vez que tem o objetivo de procurar entender os fenômenos presentes no nosso cotidiano, possibilitando a aquisição de conhecimento, e que por sua vez, tem como consequência a formação de cidadão conscientes de seus direitos e deveres, refletindo em tomadas de decisão que possibilitam uma convivência harmoniosa com seus pares e o ambiente em que vive.

Diante disso, o papel do professor de Física, é de buscar metodologias de ensino que possibilitem atender esses anseios (BRASIL, 2000).

Nesse processo educacional, o professor deve estar atento ao uso de novas práticas pedagógicas. Para Freire (2003), neste aspecto, o docente é um facilitador da aprendizagem, pois sua função é disponibilizar uma inclusão social por meio de sistema emancipatório. “Ensinar não é transferir conhecimento. Mas criar possibilidades para a



sua própria produção. Com isto, mais do que repassar conteúdo, o papel dos facilitadores é abrir caminhos” (FREIRE, 2009, p. 47).

“Ao se decidir pela aplicação de determinada estratégia, deverá o professor certificar-se de que ela é adequada à sua clientela e também aos objetivos que pretende alcançar”. (GIL, 2013, p. 66).

Deste modo, é necessário falar da estratégia de ensino e aprendizagem baseada em jogos digitais. Como afirma Balasubramanian e Wilson (2006), os jogos digitais podem ser entendidos como ambientes atraentes e interativos que conseguem capturar a atenção do jogador ao oferecer desafios que exigem níveis crescentes de destreza e habilidades.

Quando esses jogos são preparados para fins educacionais, podem receber diferentes nomenclaturas, sendo os mais comuns jogos educacionais ou educativos, jogos de aprendizagem ou jogos sérios (*serious games*), sendo que até mesmos alguns simuladores podem ser considerados jogos educacionais (SAVI e ULBRICHT, 2008).

“O aprendizado baseado em jogos digitais representa uma forma de aprender motivadora diferentemente de outras formas que raramente o são” (SCHAEFFER e ANGOTTI, 2016, p 2).

O fato do lúdico ser levado para ambientes que não possuem uma ligação direta com o entretenimento, pode ser muito positivo, pois quando estamos nos divertindo, sempre adquirimos experiências e significado (MASTROCOLA, 2011). Conforme destaca Haguenuer et al. (2008), o jogo estimula a curiosidade, traz novidade e provoca surpresa.

Ainda, segundo Mattar (2009), é importante que a aprendizagem por jogos ocorra de maneira tangencial, ou seja, o jogador não tem que ser ensinado, ele tem que aprender por estar exposto a um contexto de envolvimento, fazendo com que ele se auto eduque.

No Ensino Fundamental, os conteúdos e conceitos relacionados à Física, estão presentes na disciplina de Ciências, juntamente com tópicos das disciplinas de Química e Biologia.

Como já foi destacado, o estudo de temas relacionados à disciplina de Física se mostra especialmente importante devido ao fato de estarem diretamente relacionados ao entendimento de fenômenos do cotidiano.

Mesmo no Ensino Médio, a compreensão dos conceitos físicos por parte dos alunos, na maioria das vezes, parece não acontecer de forma imediata ou mesmo sem uma conexão com o mundo ao seu redor.

Há, portanto, a necessidade de se trabalhar com mais ênfase, os conceitos de grandezas físicas já no Ensino Fundamental, ao menos nas séries finais dessa etapa de ensino, no chamado Ensino Fundamental II, que compreende do 6º Ano ao 9º Ano.

Partindo-se de uma problematização inicial, através de questionamentos a respeito de fenômenos presentes no cotidiano, e ligados ao tema de estudo, é possível, com a utilização, e conseqüente contextualização dos conceitos físicos, que os alunos compreendam satisfatoriamente como ocorrem esses eventos, podendo ainda, contribuir para diminuir o impacto que os tópicos da disciplina de Física venham a ter no Ensino Médio.

Diante disso, essa dissertação descreve a implantação de uma proposta metodológica, que corresponde a uma seqüência didática que faz uso de um jogo virtual educacional, instalado em *desktops* e *notebooks*, e que corresponde a aplicação do produto educacional presente no Apêndice A, que objetivou potencializar a aquisição do conhecimento por parte dos alunos, na 6ª série do Ensino Fundamental, dando um maior destaque aos conceitos de grandezas físicas presentes no estudo da atmosfera terrestre, estando em consonância com o fato desses estudantes estarem em contato constante com a Física através da tecnologia e de fenômenos naturais e outras situações presentes no seu cotidiano, desde tenra idade.

A opção por um jogo virtual se justifica na medida em que, conforme destaca Mattar (2009), eles podem desenvolver a capacidade de dedução de regras, através da observação e da manipulação de sistemas complexos, e que são características fundamentais para o trabalho em Ciências.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Fazendo uso de uma seqüência didática, a partir do jogo virtual “**Viagem Na Atmosfera Terrestre**”, e conseqüentemente da aprendizagem baseada em jogos digitais, enfatizar os conceitos físicos que estão diretamente relacionadas ao entendimento de eventos presentes no estudo da atmosfera terrestre, na 6ª série do Ensino Fundamental, a partir de questões-problemas extraídas do cotidiano dos alunos, reproduzidas nesse jogo.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Verificar se os conceitos físicos são abordados nos conteúdos de Ciências na 6ª série do Ensino Fundamental;
- Propor processos de ensino e aprendizagem potencialmente significativos para os alunos, relacionando o conhecimento adquirido com as situações presentes no seu cotidiano;
- Introduzir conceitos físicos visando eliminar ou diminuir possíveis dificuldades que os alunos poderão apresentar no contato futuro com a disciplina de Física no Ensino Médio;
- Usar as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), como o computador, como estratégia metodológica no ensino de Ciências ou de Física no Ensino Fundamental;
- Destacar a importância da utilização de jogos como estratégia de ensino de conteúdos de Ciências e (de Física) no Ensino Fundamental;
- Fazer uso da aprendizagem baseada em um jogo virtual educacional no ensino de conceitos físicos no Ensino Fundamental.
- Ressaltar grandezas físicas importantes para o estudo da atmosfera terrestre, a saber: massa, volume, peso, densidade, temperatura, calor, altitude, pressão e umidade;
- Associar as grandezas físicas citadas anteriormente com outros conteúdos, possibilitando a introdução de tópicos essenciais para a explicação de eventos atmosféricos;
- Dar aplicabilidade e concretude aos conceitos físicos, objetivando promover o entendimento dos fenômenos da atmosfera por parte dos alunos.

## **CAPÍTULO 2**

### **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo será destacado o embasamento teórico que dá suporte ao tema que é objeto de análise dessa dissertação.

#### **2.1 Conceitos Físicos da Atmosfera no Ensino Fundamental**

##### **2.1.1 A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e o Ensino de Ciências no Ensino Fundamental**

Como se sabe a disciplina de Física não é um componente presente na estrutura curricular do Ensino Fundamental, sendo que seus conteúdos estão distribuídos (juntamente com tópicos de Biologia e Química), dentro de uma disciplina denominada de Ciências.

A introdução da disciplina de Ciências como componente pertencente a grade curricular do Ensino Fundamental aconteceu apenas na década de 1960. Como enfatiza Rosa C. e Rosa A. (2012), a década de 1960 é caracterizada pela elevação da ciência à condição de fator indispensável para a vida industrial e cultural do país, discurso esse, influenciado fortemente pelos Estados Unidos, que logo depois da Segunda Guerra Mundial, investe em Ciência, com o pressuposto de que esta teria um papel fundamental para a melhoria da vida cotidiana, sendo o meio a partir do qual as necessidades e anseios dos seres humanos seriam alcançados.

Delizoicov e Slongo (2011) destacam que a presença da disciplina de Ciências no currículo escolar brasileiro esteve diretamente relacionada à promulgação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), e que vem sofrendo revisões e atualizações ao longo do tempo, com a finalidade de se adequar à dinâmica da realidade da educação brasileira no decorrer dos anos.

Com a promulgação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), Lei n. 4024/61, em 1961, o ensino de Ciências passou a ser disciplina obrigatória apenas para os anos finais do Ensino Fundamental. Em 1971, com a Lei n. 5692, a nova edição da LDB normatiza a disciplina de Ciências como

obrigatória também para os anos iniciais do então primeiro grau. (DELIZOICOV e SLONGO, 2011, p. 206).

A legislação educacional brasileira teve um enorme avanço com a promulgação da Constituição de 1988, pois o capítulo correspondente a educação nela inserido deu novos direcionamentos para a legislação posterior, no âmbito dos estados, municípios, e do Distrito Federal (QUEIROZ e MOITA, 2007). Para isso, deveriam surgir outras leis que deveriam regulamentar os artigos constitucionais, estabelecendo novas diretrizes para a educação brasileira.

Assim, em 20 de dezembro de 1996, foi promulgada, a Lei nº 9.394, a lei que estabeleceu as novas Diretrizes e Bases da Educação Nacional, e que revogou as leis 4024/61 e 5692/71, bem como a lei 7044/82, que tornava opcional a profissionalização do 2º grau obrigatório pela Lei 5692/71. A nova lei, como destaca Queiroz e Moita (2007), promove a descentralização e a autonomia de escolas, universidades e dos sistemas de ensino, bem como a valorização do professor e do magistério.

No parágrafo 2, do artigo I, a lei 9.394/96, destaca que a educação escolar deverá estar vinculada ao mundo do trabalho e à prática social. O artigo 26 estabelece que “os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada pelos demais conteúdos curriculares especificados nesta Lei e em cada sistema de ensino (BRASIL, 1996).

Ainda sobre o Ensino Fundamental, é válido destacar que a LDB, estabeleceu em seu artigo 32, o ensino obrigatório dessa etapa, com duração de 9 anos, sendo gratuito na escola pública, iniciando-se aos seis anos de idade, tendo como objetivo a formação básica do cidadão (BRASIL, 1996). Essa formação básica, exige que após sua saída da escola de nível fundamental, o aluno tenha pleno domínio da leitura, da escrita e do cálculo, bem como a compreensão do ambiente material e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade, ficando o Ensino Médio, com a função de consolidação dos conhecimentos e a preparação para o trabalho e a cidadania, para o indivíduo continuar progredindo (BRASIL, 1996).

E como destaca Lustosa et. al (2016), o ensino de ciências permite que os alunos adquiram uma formação capaz de fazer com que interprete e avalie informações veiculadas nos mais diversos meios, argumentando e participando de forma efetiva das decisões, solucionando problemas, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida.

Em decorrência da LDB 9.394/96, o Ministério da Educação e Desporto, viu a necessidade de se elaborar documentos orientadores relacionados à prática pedagógica,

em virtude da extensão do território nacional, das diferenças na formação dos docentes, bem como das dificuldades de acesso aos conteúdos pedagógicos atuais (MARTINS e MENDES, 2006). Com isso, surgem os chamados PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais ou Referenciais Curriculares Nacionais), que são uma coleção de documentos que tem a finalidade de orientar a prática docente.

Esses documentos contém uma introdução geral abordando a tradição pedagógica brasileira, dados estatísticos sobre população, alunos e professores (dados de 1990), orientações doutrinárias e metodológicas e conteúdos técnicos sobre planejamento e avaliação. Apresentam, ainda, as exigências educacionais previstas pela LDB, a Base Nacional Comum (o currículo disciplinar) e a utilização da transversalidade (Temas Transversais), como instrumento de trabalho para contextualização dos temas da aula (MARTINS e MENDES, 2006, p. 5).

Há ainda, os objetivos, além das características das áreas do conhecimento componentes da Base Nacional Comum e das listagens dos temas transversais e sua operacionalização. Abordam todas as modalidades da Educação Básica no Brasil, além da Educação Especial, modalidade educativa que perpassa, de modo transversal, todos os níveis de ensino, inclusive o nível superior (MARTINS e MENDES, 2006, p. 5).

Para o Ensino Fundamental, as orientações veiculadas pelos PCN estão divididos em dois grupos ou fases:

- 1º e 2º ciclos: compreendendo da 1ª a 4ª séries do chamado 1º Grau, atualmente denominado de Ensino Fundamental I (ou anos iniciais), que vai da 1ª série a 5ª série;
- 3º e 4º ciclos, compreendendo da 5ª a 8ª séries do antigo 1º Grau, hoje denominado de Ensino Fundamental II (ou anos finais), que vai da 6ª série a 9ª série.

Aqui, será destacado o tratamento que os PCN dão as Ciências Naturais, sobretudo no 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental, com ênfase na 6ª série dessa etapa de ensino, no que diz respeito as sugestões metodológicas relacionadas ao ensino de conteúdos científicos, como os referentes ao estudo da atmosfera terrestre.

Os PCN de Ciências Naturais afirmam que o saber científico é fundamental para a formação de um cidadão crítico, consciente de seus direitos e deveres, imerso em uma sociedade que supervaloriza o conhecimento científico, e que é caracterizada pela presença cada vez mais massiva da tecnologia no seu cotidiano (BRASIL, 1998). Assim, para os PCN, o “estudante não é só cidadão do futuro, mas já é cidadão hoje, e nesse sentido, conhecer Ciência é ampliar a sua possibilidade presente de participação social e desenvolvimento mental, para assim viabilizar sua capacidade plena de exercício da cidadania” (BRASIL, 1998, p.23). “Na educação contemporânea, o ensino de Ciências

Naturais é uma das áreas em que se pode reconstruir a relação ser humano/natureza em outros termos, contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência social e planetária” (BRASIL, 1998, p.22).

Para uma aprendizagem significativa dos conteúdos, os Parâmetros Curriculares Nacionais destacam que as atividades devem ser organizadas de maneira que permitam a exploração e consequente sistematização do conhecimento que seja compatível com o nível de desenvolvimento intelectual dos alunos, possibilitando uma maior ênfase nas relações que melhor situem o estudante em seu mundo cotidiano (BRASIL 1998).

Dessa forma, o aluno será o sujeito de sua própria aprendizagem, sendo dele os movimentos que permitem dar um novo significado ao seu mundo a partir do conhecimento científico, construindo explicações, com a mediação do professor, que é fundamental nesse processo, e demais colegas, bem como pelos instrumentos culturais que são próprios do conhecimento científico (BRASIL, 1998).

“O princípio da contextualização se apresenta nos PCN de Ciências Naturais como processo de enraizamento dos conceitos científicos na realidade vivenciada pelos alunos, para produzir aprendizagens significativas no ensino de ciências” (LUSTOSA et. al, 2016, p. 3).

Nessa perspectiva, os conteúdos da disciplina de Ciências no Ensino Fundamental, de acordo com os PCN, devem obedecer a critérios que reconheçam a complexidade das Ciências Naturais e da Tecnologia, objetivando que sejam aproximadas da compreensão do estudante, tendo como consequência o favorecimento do processo pessoal de constituição do conhecimento científico e de outras capacidades necessárias à cidadania (BRASIL, 1998).

No terceiro ciclo do Ensino Fundamental, os PCN, destacam que o estudante vive a juventude, tendo a possibilidade de aumentar sua participação na sociedade, adquirindo uma atitude crítica, que irá direcionar suas relações e outras nuances de sua vida cultural e afetiva (BRASIL, 1998).

Os PCN, para esse ciclo, têm os seguintes eixos de seleção e estruturação dos conteúdos: “observação de fenômenos, organização das informações coletadas, interpretação de informações, comparações de dados coletados, estabelecimento de classificações e relações” (MACEDO, 2019).

Ainda com relação aos conteúdos, é importante destacar que os mesmos estão distribuídos, pelos PCN, nos seguintes eixos temáticos: “Terra e Universo”, “Vida e Ambiente”, “Ser Humano e Saúde” e “Tecnologia e Sociedade”.

É válido salientar ainda que, por permitir a compreensão dos fenômenos naturais articulados entre si e com a tecnologia, os conteúdos na área das Ciências Naturais podem ser trabalhados numa perspectiva interdisciplinar, abrangendo conhecimentos biológicos, físicos, químicos, sociais, culturais e tecnológicos (BRASIL, 1998).

### **2.1.2 A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as mudanças no ensino de Ciências no Ensino Fundamental (Anos Finais)**

A criação de uma base comum para os currículos na educação brasileira estava prevista desde a promulgação da Constituição Federal de 1988, sendo sua implementação reforçada pela atual LDB, passando a fazer parte do Plano Nacional de Educação (PNE) no ano de 2014.

Trata-se de um documento que determina competências, habilidades e conteúdos necessários para o desenvolvimento integral dos alunos em cada etapa de ensino, e de forma igualitária em todo o território nacional. Sua implantação, no Ensino Infantil e Fundamental, foi iniciada no ano de 2019, tendo como prazo máximo, o início do ano letivo de 2020, exigindo das instituições e sistemas de ensino, adequação dos currículos, capacitação da equipe docente e atualização dos materiais e recursos didáticos utilizados (ANDREAZI, 2019).

Importante destacar que:

Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania do mundo do trabalho (BRASIL, 2018, p. 8).

A BNCC é dividida em duas partes: a parte correspondente a base comum, que deve ser contemplada em sua totalidade nos currículos escolares e a parte diversificada, correspondendo a 40% dos conteúdos (BRASIL, 2018). A diferença entre essas duas partes é destacada no artigo 26 da LDB, que afirma:

Os currículos da Educação Infantil, do Ensino Fundamental e do Ensino Médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (BRASIL, 1996).



Como destaca Rico (2019), do ponto de vista conceitual, muitos dos pressupostos que existiam nos PCN foram mantidos, mas com ênfase e detalhamento diferentes. Entretanto, algumas mudanças são percebidas rapidamente, como uma nova nomenclatura para os eixos temáticos que servem para organizar os conteúdos de cada componente curricular, além de se deixar “mais clara a proposta de progressão da aprendizagem, com as habilidades sendo desenvolvidas ano a ano, com grau crescente de complexidade em todo o Ensino Fundamental” (RICO, 2019).

Para o ensino de conteúdos de Ciências no Nível Fundamental, esse documento afirma que as Ciências da Natureza devem estar comprometidas com o desenvolvimento do letramento científico, possibilitando o surgimento da capacidade de compreensão e interpretação do mundo, no aspecto cultural, social e tecnológico, sendo ainda um agente transformador, norteado pelo aporte teórico e processual dessa área do conhecimento (BRASIL, 2018).

Com o objetivo de promover orientação na elaboração dos currículos das Ciências, as aprendizagens fundamentais a este componente curricular foram distribuídas em três unidades temáticas, que se repetem ao longo de todo o Ensino Fundamental (BRASIL, 2018).

A unidade temática **Matéria e energia** contempla o estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral, na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia. (BRASIL, 2018, p. 325).

A unidade temática **Vida e evolução** propõe o estudo de questões relacionadas aos seres vivos (incluindo os seres humanos), suas características e necessidades, e a vida como fenômeno natural e social, os elementos essenciais à sua manutenção e à compreensão dos processos evolutivos que geram a diversidade de formas de vida no planeta. [...] (BRASIL, 2018, p. 326).

Na unidade temática **Terra e Universo**, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. [...] (BRASIL, 2018, p. 328).

No Ensino Fundamental, espera-se que o ensino de Ciências possibilite que os alunos expliquem, compreendam e intervenham em situações do seu cotidiano. (BRASIL, 2018). Dessa forma para os anos finais do Ensino Fundamental, é essencial motivar os alunos “com desafios cada vez mais abrangentes, o que permite que os questionamentos apresentados a eles, assim como os que eles próprios formulam, sejam mais complexos e contextualizados” (BRASIL, 2018, p. 343.).

Importante destacar que a forma como os conteúdos eram organizados e distribuídos em cada série do Ensino Fundamental sofreram mudanças com a BNCC. Um

exemplo disso é o estudo do ar e suas propriedades, da atmosfera terrestre e suas características, abrangendo ainda sua relação com nossa saúde e as tecnologias de previsão de tempo, que conforme orientações dos PCN de Ciências Naturais para o Ensino Fundamental, deveriam ser trabalhados na 6ª série dessa etapa de ensino, dentro do eixo temático Terra e Universo.

Já na BNCC, os chamados objetos de conhecimento, composição do ar, efeito estufa e camada de ozônio, são tratados dentro da unidade temática Terra e Universo, na 7ª série do Ensino Fundamental, possibilitando que os alunos adquiram as seguintes habilidades:

(EF07CI12) Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição (BRASIL, 2018, p. 346).

(EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro (BRASIL, 2018, p. 346).

(EF07CI14) Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação. (BRASIL, 2018, p. 346).

Os objetos de conhecimentos são os conteúdos e conceitos a serem trabalhados nas habilidades. As habilidades estão relacionadas às aprendizagens esperadas para a disciplina em cada série da etapa de ensino. São representadas por um código que combina letras com números. As duas primeiras letras são identificadoras da etapa de ensino, por exemplo EF – Ensino Fundamental. Os dois números seguintes informam a série correspondente (07 – 7ª série). Já as duas últimas letras indicam a disciplina (CI – Ciências), enquanto que os dois números que aparecem em seguida, correspondem à habilidade em questão (BRASIL, 2018).

Dessa forma, até o início do ano de 2020, tanto os sistemas de ensino, quanto as escolas de Nível Infantil e Fundamental, precisam ter seus currículos escolares reelaborados, sendo necessária a revisão do Projeto Político Pedagógico de cada instituição, de modo a estar alinhados com a BNCC.

Nesse processo, é fundamental que haja a promoção da formação continuada dos professores e de comunicação objetiva com os pais e a comunidade escolar, de modo geral. Além disso, a atualização dos materiais didáticos, é essencial para a adequação as

orientações sugeridas pela BNCC, havendo, portanto, a necessidade de um trabalho conjunto com um Sistema de Ensino, para alcançar essa meta (ANDREAZZI, 2019).

### **2.1.3 Como os livros didáticos abordam conceitos físicos no Ensino Fundamental**

O livro didático é uma ferramenta metodológica das mais importantes no meio escolar, mostrando-se como um “suporte privilegiado dos conteúdos educativos, o depositário dos conhecimentos, técnicas ou habilidades que um grupo social acredita que seja necessário transmitir às novas gerações” (CHOPPIN, 2004, p. 553).

Garcia N. (2012) afirma que nos livros didáticos de Ciências trabalhados no Ensino Fundamental, os conteúdos abordam os diversos conhecimentos físicos, químicos e biológicos, oriundos de determinado contexto histórico, político, econômico e social, e que são estruturados de forma seriada para atender os objetivos específicos dessa etapa de ensino e dos sujeitos no ambiente escolar.

No entanto, como destaca os PCN para o Ensino Fundamental, o uso exclusivo do livro didático no ensino de Ciências, provoca uma descontextualização dos conteúdos, desmotivando a aprendizagem (BRASIL, 1998).

Freitas e Neto (2019) destacam que a BNCC tem o objetivo de fazer com que todos os estudantes do Brasil desenvolvam, ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, um conjunto essencial e progressivo de aprendizagens, sendo que o livro didático deverá acompanhar as sugestões desse documento para que essa meta seja atingida. Para esses autores, os livros didáticos se mostram como o principal meio de orientação para definição dos conteúdos e das atividades desenvolvidas pelos professores, configurando-se como o principal agente influenciador do currículo escolar.

Sendo o livro didático o material mais utilizado pelo professor de Ciências, e em alguns casos, a única ferramenta disponível, é necessário ter cuidado na elaboração dos mesmos, para que os alunos tenham contato com a maioria dos conteúdos de Física no Ensino Fundamental, possibilitando, por sua vez, que em sua entrada no Ensino Médio, já tenham construída uma imagem mais real do que seja a Física (FREITAS e NETO, 2019).

Importante salientar que não foram encontrados trabalhos na literatura que se referissem especificamente ao estudo da atmosfera terrestre, com ênfase nos conceitos físicos no Ensino Fundamental, na 6ª ou 7ª série dessa etapa de ensino.

Nos livros didáticos do Ensino Fundamental, o estudo da atmosfera terrestre, pertence ao eixo temático (PCN)/Unidade temática (BNCC) Terra e Universo, estando presente atualmente nos livros didáticos destinados a 6ª série do Ensino Fundamental, e com a BNCC, na 7ª série dessa etapa de ensino, com os conceitos físicos relacionados a esse conteúdo podendo ser trabalhado nessas séries.

É válido destacar o trabalho de Medeiros e Loos (2017), que teve o objeto de comparar os que os PCN sugerem a respeito de temas de Física no Ensino Fundamental I (1º ano a 5º ano) e Ensino Fundamental II (6º ano a 9º ano) e o que os livros didáticos de Ciências analisados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que estão sendo usados atualmente nas escolas públicas de todo Brasil, trazem a respeito.

Essa comparação indica que, mesmo os conteúdos de Física sendo contemplados pelos PCN desde as primeiras séries do Ensino Fundamental, poucos conteúdos estão presentes nos livros didáticos, havendo, portanto, um déficit no que diz respeito ao conhecimento que é esperado que os alunos adquiram e aquele que de fato é ofertado por essa ferramenta metodológica (MEDEIROS e LOOS, 2017). “Esta desproporção pode ser um dos responsáveis pelo desinteresse e dificuldade dos alunos em aprender Física no Ensino Médio” (MEDERIOS e LOOS, 2017, p. 1).

A análise das descrições desses livros de Ciências no PNLD indica ainda que existe uma maior concentração de assuntos relacionados à Biologia, mesmo os temas de Física ocupando posições relevantes, no que diz respeito à aprendizagem dos alunos dentro das sugestões dos PCN, pois estão diretamente relacionados ao funcionamento de recursos tecnológicos, além de explicarem o comportamento da natureza (MEDEIROS e LOOS, 2017).

#### **2.1.4 Dificuldades enfrentadas pelos professores no ensino de conceitos físicos no Ensino Fundamental**

São muitos os desafios enfrentados pelos professores que lecionam a disciplina de Ciências, sobretudo nos anos finais do Ensino Fundamental, uma vez que a mesma envolve conteúdos que muitas vezes não fazem parte de sua formação acadêmica: biólogos ensinando Física. Aliás, de acordo com alguns trabalhos na área de pesquisa em educação, essa é a formação da maioria dos professores que trabalham com Ciências nessa etapa de ensino (PAGANNOTI e DICKMAN, 2011).

Como destaca Melo, Campos e Almeida (2015), devido ao fato do Brasil ter um número pequeno de professores de Física em comparação com outras áreas, no Ensino Fundamental, o primeiro contato dos alunos com os conceitos da disciplina de Física se dá, quase sempre através de licenciados em outras áreas, como Biologia e Matemática, e que reflete diretamente na motivação do professor, pois sendo ele de outra área que não a Física, irá priorizar o ensino de tópicos relacionados a área de sua formação.

Dessa forma, fica evidente que a maioria das dificuldades advindas do ensino de conceitos físicos no Nível Fundamental, provém da formação específica dos professores de Ciências, que não estão ligadas à disciplina de Física, com os tópicos relacionados a essa área do conhecimento não sendo tratados, ou trabalhados de forma inadequada, de modo a não evidenciar sua importância para a formação ampla dos estudantes.

Como afirma Santos (2007), o ensino de ciências, de maneira geral, é praticado nas escolas de maneira descontextualizada, baseados em exercícios e problemas que fazem com que os alunos não compreendam plenamente os conceitos trabalhados.

No entanto, para além da ausência de formação específica em Física, o professor de Ciências no Ensino Fundamental deve buscar meios em sua prática pedagógica, cuja finalidade seja de garantir que essa disciplina contribua para a formação de um aluno capacitado a interpretar e avaliar os mais variados tipos de informação, desenvolvendo um senso de argumentação, participando ativamente das decisões relacionadas direta ou indiretamente ao seu cotidiano e dos demais seres vivos (LUSTOSA et al, 2016).

Importante destacar que “a formação dos professores não se esgota no curso de formação inicial e deve ser pensada” (CUNHA e KRASILCHIK, 2000, p.3). Contudo:

As propostas de formação continuada, são frequentemente concretizadas por meio de cursos, conferências, seminários, e outras situações pontuais em que os docentes desempenham o papel de ouvintes, nas quais se desconhece que eles têm muito a contribuir e não só a aprender. É necessário que a formação do professor em serviço se construa no cotidiano escolar de forma constante e contínua (CUNHA e KRASILCHIK, 2000, p.3).

E assim, o professor deve atuar de forma reflexiva nas suas aulas, sendo consciente de sua atuação e responsabilidade, construindo e reconstruindo a prática docente, através da modificação ou adoção de propostas metodológicas que venham a potencializar o ensino de conceitos científicos necessários a uma aprendizagem dotada de significado para seus alunos.

Além da falta de professores com formação específica em Física, ou mesmo do despreparo dos mesmos, como destacado anteriormente, Moreira (2017) ressalta que as

condições inadequadas de trabalho, a carga horária reduzida e a perda de identidade do currículo, também são fatores que fazem com que o ensino dos conceitos físicos estimule a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados.

“As grandes dificuldades que afetam o Ensino de Física atualmente, refletem-se principalmente na formação de indivíduos capacitados a compreender a natureza das Ciências, bem como, no entendimento dos avanços tecnológicos” (KRAUSE, FELBER e VENQUIARUTO, 2018, p. 6).

Há, portanto, a necessidade da implementação de metodologias de ensino e aprendizagem que promovam a aquisição do conhecimento relacionados aos tópicos da Física, que é de fundamental importância para a formação integral do aluno.

### **2.1.5 Estratégias metodológicas para o ensino de conceitos físicos no Ensino Fundamental**

Moreira (2017) enfatiza que embora ensinar Física não seja uma tarefa fácil, ela pode se tornar apaixonante, o que passa não somente pelo tratamento dos conteúdos de forma significativa, mas também pela implementação de estratégias de ensino cujo objetivo seja o de potencializar a aprendizagem dessa disciplina.

A adoção de metodologias que estejam baseadas em atividades que vão se tornando cada vez mais complexas apoiados em materiais relevantes, exigem que os alunos tomem decisões e avaliam os resultados obtidos, tendo como consequência, a formação de estudantes proativos e criativos (MORAN, 2015).

Nesse contexto, é válido destacar alguns trabalhos que têm procurado introduzir estratégias metodológicas que buscam enfatizar conceitos físicos no Ensino Fundamental.

Através da implantação de uma estratégia de ensino por projetos, Massoni, Barp e Dantas (2018), destacam a possibilidade de introduzir conceitos, noções e princípios físicos, sobretudo no Ensino Fundamental, no qual, conforme os autores, os professores não têm uma formação específica em Física.

Bernardes e Giacomini (2010) relatam um trabalho desenvolvido com alunos de 6 a 12 anos, no qual é utilizado um jogo educativo de tabuleiros que permite aos mesmos fazerem uma viagem pelo Sistema Solar, e se mostra como um recurso para um primeiro contato desses estudantes com temas de natureza científica, que podem contribuir para que haja uma associação entre esse conhecimento e as explicações sobre o mundo e os fenômenos da natureza presentes no cotidiano.

O ensino por investigação, argumentação e problematização em Ciências, é destacado por Bertusso, Wendling e Malacarne (2018), em que o estabelecimento de um problema que faça com que os alunos se envolvam com diferentes formas de resolver a situação, pode proporcionar a construção do entendimento sobre os conhecimentos científicos, e que “são alternativas que podem estimular que os alunos se apropriem melhor dos conteúdos da disciplina de Ciências, permitindo que desenvolvam atitude crítica frente a temas científicos que afligem a sociedade” (BERTUSSO, WENDLING e MALACARNE, 2018, p. 211).

Esse ensino de Ciências com atividades investigativas através da resolução de problemas, também é enfatizado por Wilsek e Tosin (2019):

Criar atividades investigativas para a construção de conceitos é uma forma de oportunizar ao aluno participar em seu processo de aprendizagem, implica em mobilizá-los para a solução de um problema e a partir dessa necessidade, produzir seu conhecimento por meio da interação entre pensar, sentir, discutir, explicar, relatar e fazer. A investigação científica, a problematização e a experimentação são a base de todo o trabalho, simulando situações que podem ocorrer comumente no cotidiano [...] (WILSEK e TOSIN, 2019, p. 1).

Por sua vez, Loureiro (2019), procurou verificar se as TICs estão sendo utilizadas no Ensino de Física e as possíveis dificuldades que surgem relacionadas à implantação de estratégias baseadas no uso dessas ferramentas tecnológicas. Em suas pesquisas, conclui que seu uso não ocorre de forma plena em virtude de alguns obstáculos que surgem, e que vão desde barreiras estruturais, como falta de espaço, equipamentos e internet, até a formação dos próprios professores. No entanto, afirma que é preciso buscar alternativas que permitam sua implementação, pois:

Ao utilizar as TICs nas aulas, com objetivos claramente determinados, é possível desmistificar a Física como uma disciplina difícil por ter conceitos subjetivos, onde os alunos não conseguem vislumbrar a sua aplicação prática e fazer com que por meio desses recursos, seja em simulações, animações, vídeos, eles compreendam que a Física está intimamente ligada com a sua realidade. (LOUREIRO, 2019, p. 101).

É importante destacar que o uso das TICs e sua incorporação no ensino de conteúdo da disciplina de Física é um dos grandes desafios da educação contemporânea.

O avanço acelerado das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) têm causado mudanças comportamentais intensas na sociedade contemporânea, a qual abriga jovens imediatistas cada vez mais imersos nas tecnologias. Esses jovens contemporâneos não são os mesmos para os quais o nosso sistema educacional foi criado (SALES et al, 2017, p. 45).

Studart (2015) afirma que com os avanços nas tecnologias digitais, abriu-se a possibilidade de um ensino com interação e centrado no aluno por meio de estratégias metodológicas que usam os chamados Objetos Educacionais Digitais (OED), como vídeos, animações, simulações, laboratórios virtuais e games (jogos digitais ou virtuais).

No entanto, é necessário destacar que o uso desses objetos não terá efeito desejado, no que diz respeito a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem, se os métodos tradicionais continuarem a ser usados (STUDART, 2015).

Portanto, é preciso fazer uma reflexão a respeito do imenso avanço da tecnologia no contexto educacional tradicional, ressaltando a importância da introdução de metodologias em que o estudante seja colocado como o foco da ação educativa (SALES et al, 2017).

Diante disso, é válido ressaltar que o uso de games se mostra como um recurso didático que é capaz de motivar e envolver os estudantes no processo de aprendizagem de conteúdos disciplinares (SILVA e SALES, 2017).

Para Felizardo (2018), o uso de jogos virtuais é uma prática pedagógica inovadora, sobretudo porque permite ao aluno confrontar o conhecimento teórico com o prático, atendendo a aplicação do conhecimento, que para esse autor, deve ser a missão final do ensino.

Silva e Morais II (2011) destacam a construção de jogos educacionais computacionais que buscam facilitar de maneira interativa a aprendizagem de diversos conceitos em sala de aula, atestando que sua utilização promove um aumento significativo no nível de conhecimento dos alunos. Para esses autores, os jogos educacionais surgem como uma estratégia de ensino que podem ligar de fato a teoria à prática, possibilitando experimentar situações não permitidas em sala de aula, permitindo ainda a elaboração de estratégias para a solução de diversos problemas.

Diferentes dos demais jogos utilizados pela maioria dos jovens de hoje, os jogos educacionais atuam como um recurso didático na construção do conhecimento, motivando e desafiando os alunos, divertindo e ensinando ao mesmo tempo, agregando o lazer e a diversão, tornando o aluno autor ou coautor do seu próprio conhecimento (SILVA e MORAIS II, p. 156, 2011).

## **2.2 Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais Educacionais e o Ensino de Física**

### **2.2.1 Aprendizagem baseada em jogos digitais educacionais**



De acordo com Ribeiro, Timm e Zaro (2006), as pesquisas na área de tecnologias educacionais passam por um momento prolífero em que a diversidade tecnológica tem se destacado, especialmente com o uso da informática na educação para a criação de jogos digitais.

Esses jogos possibilitam a simulação em ambientes virtuais nos quais os jogadores podem explorar e encontrar, através da sua própria ação, o significado de elementos relacionados a conceitos, bem como a visualização de situações do cotidiano e o resultado do acionamento de fenômenos extraídos da realidade (RIBEIRO, TIMM e ZARO, 2006).

A utilização de games em sala de aula se deve, principalmente, ao seu caráter lúdico, sua capacidade de motivar, envolvendo o usuário, ocasionando momentos que quase sempre são prazerosos e eficazes, no que diz respeito aos objetivos educacionais inicialmente pretendidos (SILVA e SALES, 2017).

“Ao combinar diversão e ambiente virtual, transformam-se numa poderosa ferramenta narrativa, ou seja, permitem criar histórias, nas quais os jogadores são envolvidos, potencializando a capacidade de ensino-aprendizado” (RIBEIRO, TIMM e ZARO, 2006, p. 4).

Entretanto, como aponta Savi e Ulbricht (2008), os jogos devem conter algumas características específicas, que atendam as necessidades relacionadas ao processo de aprendizagem dos alunos. Quando os jogos são criados para o contexto educacional, recebem as seguintes denominações: jogos educacionais, jogos educativos, jogos de aprendizagem ou jogos sérios (SAVI e ULBRICHT, 2008).

Mas, independentemente da denominação que recebem, esses jogos:

Devem possuir objetivos pedagógicos e sua utilização deve estar inserida em um contexto e em uma situação de ensino baseados em uma metodologia que oriente o processo, através da interação, da motivação e da descoberta, facilitando a aprendizagem de um conteúdo (PRIETO et al., 2005, p. 10).

A aprendizagem baseada em jogos digitais é uma tendência que vem sendo adotada em várias áreas em todo o mundo (SENA et al, 2016). No que diz respeito a sua aplicação na educação, Prensky (2012), destaca que se for corretamente utilizada, é bastante eficiente, por estar em consonância com o tipo de aprendizagem dos estudantes atuais e futuros, que estão completamente imersos na tecnologia, mostrando-se ainda bastante motivadora, por se constituir em uma forma divertida de aprender, além de demonstrar ser bastante adaptável a quase todas as disciplinas e habilidades a serem atingidas pelos estudantes.

Entretanto, é necessário enfatizar que:

[...] apesar das inúmeras possibilidades disponíveis dentro da aprendizagem baseada em jogos digitais, nem todo aplicativo de aprendizagem digital é necessariamente um jogo. Para que um jogo possa ser considerado um "jogo", algumas características devem ser preservadas (SENA et al, 2016, p. 6).

McGonigall (2012), destaca que são quatro as características básicas de um jogo, independentemente de ser virtual e/ou educacional:

- **Meta** – Fornece aos jogadores um senso de propósito, sendo abertamente declarada desde o início do jogo;
- **Regras** – Estabelecem limites para os jogadores, de maneira a eliminar os caminhos óbvios para se alcançar a meta e forçar o desenvolvimento da criatividade;
- **Sistema de *Feedback*** – Deixa claro quando a meta é cumprida. Além disso, a atribuição de pontos, títulos, etc. em tempo real e durante o processo de jogo mantém os jogadores motivados e confiantes de que eles realmente são capazes de superar seus desafios, buscando o prêmio final;
- **Participação voluntária** – Jogos pressupõem a aceitação voluntária das metas, regras e sistema de feedback. Isso gera terreno comum a todos que participam da atividade. Permite que o jogador deixe livremente o desafio de lado quando não conseguir superá-lo, podendo voltar a tentar, sabendo o que vai enfrentar.

Outras características dos jogos que podem ser enfatizadas na aplicação dessa metodologia de ensino, são: interatividade, recompensas, competição, colaboração, narrativa e mundo virtual.

Além dessas características, que são típicas desses jogos, os jogos educacionais precisam ter outras que permitam garantir o entrelaçamento adequado entre os objetivos instrucionais e a jogabilidade, garantido a motivação e o interesse do estudante (SENA et al, 2016).

A aprendizagem baseada em jogos virtuais, embora não seja a única forma de aprender, não representado a solução para todos os problemas relacionados à aprendizagem dos alunos diariamente presente no cotidiano das salas de aulas, quando combinada com outros métodos de aprendizagem que promovam uma interação entre instrutor e seus aprendizes ou com os aprendizes entre si, podem ter sua potencialidade aumentada, contribuindo para a aquisição do conhecimento oportunizado pelo ambiente escolar.(SCHAEFFER E ANGOTTI, 2016).

Além do uso no ensino de conteúdos programáticos, como os relacionados à Física, Química e Matemática, por exemplo, a aprendizagem baseada em jogos digitais pode ser utilizada para desenvolver os chamados temas transversais, como cooperação e cidadania, ressaltando o caráter de interdisciplinaridade que o uso de jogos como ferramenta de ensino e aprendizagem pode proporcionar (SILVA e BRINCHER, 2011).

### **2.2.2 Jogos digitais e ensino de conceitos físicos**

Para Studart (2015), embora a produção de jogos digitais, com finalidade estritamente educacional, e que explorem conteúdos de Física, seja incipiente, e feita essencialmente em instituições universitárias, o progresso tecnológico na área é muito rápido, o que é bastante animador, uma vez que os alunos da geração atual que lidam com desenvoltura e grande intimidade as TICs, deverá exigir uma escola que esteja mais próxima a essa realidade

Diante disso, é necessário destacar que a aprendizagem baseada em jogos difirais está sendo utilizada para promover a aquisição e disseminação de conhecimentos científicos de enorme importância para o avanço da Ciência e que encontram fortes barreiras quanto a sua transposição didática em ambiente escolar, como os tópicos relacionados à Teoria Quântica, que está repleta de conceitos complexos, até mesmo para alguns professores de Física, mostrando-se, portanto, difíceis de serem ensinados sem o auxílio de recursos eletrônicos (SCHAEFFER e ANGOTTI, 2016).

A utilização dos jogos no ensino possibilita uma maior aproximação com os conteúdos que são trabalhados em sala de aula muitas vezes de forma tradicional, contribuindo para diminuir a defasagem dos currículos escolares com as exigências das metodologias emergentes na atualidade, configurando-se como uma alternativa para motivar os alunos na compreensão de conteúdos de disciplinas, como a Física, que são rotuladas de maneira geral, como complexa e monótona, em decorrência da maneira como são abordados, na maioria das vezes de forma teórica e abstrata, o que acaba desmotivando os alunos, e conseqüentemente, dificultando o processo de ensino e aprendizagem (CALEGARI et al, 2013).

Dentro do processo de construção/reconstrução do conhecimento, a utilização de jogos nas aulas de Física pode auxiliar o aluno a interagir, refletir, visualizar, verificar suas teorias e concepções alternativas, desenvolvendo habilidades e

buscando a autonomia na construção de conhecimentos. (KRAUSE, FELBER e VENQUIARUTO, 2018, p. 10).

Calegari et al (2013), destaca a aplicação de um jogo computacional 3D para o ensino de Física, ainda em fase de construção, que tem o objetivo de prender a atenção do aluno por meio de um cenário bem elaborado e que proporciona um maior interação com o ambiente do jogo por meio de desafios relacionados às Leis de Newton para o movimento, exigidos para prosseguir o jogo. O mesmo por ser 3D, em primeira pessoa e desenvolvido em uma plataforma avançada, possui gráficos mais realistas e uma melhor jogabilidade, no qual a personagem pode desbravar todo o cenário.

Cunha (2017, p. 3), destaca que: “muitas vezes, o ensino de Física é posto diante de conteúdos com alto nível de abstração e que não fazem parte do dia a dia dos alunos, provocando assim, baixo rendimento e desmotivação no aprendizado”. Citando a movimentação de cargas elétricas em campos magnéticos, como um desses conteúdos, esse autor faz uso de um jogo digital educacional. O objetivo desse jogo era fazer a apresentação dos conteúdos envolvidos na situação em questão em um ambiente tridimensional, com o uso de controles via sensor de movimentos. Assim, foi possível “criar uma imersão virtual em que os alunos puderam ter uma vivência prévia do conteúdo, com isso reduziu a abstração e a apatia dos alunos pelo conteúdo ao mesmo tempo que se obteve rendimentos satisfatórios com relação ao aprendizado” (CUNHA, 2017, p. 3).

Gritti e Vieira (2014) destacam a importância de trazer para as salas de aulas do Ensino Fundamental, a utilização de jogos didáticos relacionados ao ensino e aprendizagem de conteúdos da disciplina de Ciências, como os relacionados a Astronomia. Para eles:

O ensino de Ciências, muitas vezes envolve conteúdos abstratos e de difícil compreensão, onde o aluno não consegue fazer a relação com a sua vida cotidiana. Os jogos didáticos são subsídios para que desperte o interesse nos alunos e assim, percebam a importância de aprender através de metodologias diferenciadas. É importante destacar, que a utilização e construção de jogos torna o aprender atraente, criativo e, sobretudo interessante, servindo como ponto de partida para que os alunos possam ampliar os seus conhecimentos, enriquecer suas experiências e tornar o processo ensino-aprendizagem mais eficaz e transformador (GRITTI e VIEIRA, 2014, p. 1).

Dessa forma, independentemente de ser digital ou não, ou do nível de ensino em que será utilizado, quando se trata de ensino de conceitos da Física, os jogos possuem grande potencial para despertar o interesse dos alunos pelos seus conteúdos, uma vez que

esses últimos são abordados dentro de um ambiente lúdico, favorável a uma melhor aprendizagem, diferentemente das salas de aula tradicionais, que privilegiam aulas expositivas, limitando a participação e a criatividade dos alunos no processo de aquisição de conceitos físicos (PEREIRA, FUSINATO e NEVES, 2000).

Não existem, porém, fórmulas mágicas padronizadas de desenvolvimento de processos de aprendizado baseados em jogos. Felizmente, há sim uma grande variedade de formas de se chegar a isso. Mas infelizmente, esse grande número de formas existentes é devido à grande necessidade de contextualização que o processo exige. E isso vai depender do público-alvo, do assunto, da tecnologia disponível, e da experiência e do conhecimento prévios desse público-alvo. Ainda, o tipo de interatividade que o jogo terá deve estar de acordo com o tipo de conteúdo que se deseja aprender (SCHAEFFER e ANGOTTI, 2016, p.2).

A seguir, será demonstrado um jogo virtual educacional desenvolvido para abordar conceitos físicos no Ensino Fundamental, tendo a pretensão de potencializar o ensino de tópicos relacionados ao estudo da atmosfera, a partir da aprendizagem baseada em jogos digitais, cuja aplicação será apresentada e discutida mais adiante nessa dissertação.

### 2.2.3 O jogo virtual educacional Viagem Na Atmosfera Terrestre

Desenvolvido no Unity 3D, motor de jogos que faz parte do pacote que compõe o *software Unity<sup>R</sup>*, pertencente a empresa *Unity Technologies*, o jogo virtual **Viagem Na Atmosfera Terrestre** dar destaque a situações presentes na atmosfera terrestre.

A Fig. 1 mostra a tela de início desse jogo.

Figura 1: Tela inicial do jogo.



Fonte: *Print Scream* do jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre (2019)

Para uma melhor compreensão desse jogo, é necessário, nesse momento, discorrer, ainda que de forma breve, sobre sua dinâmica, destacando o enredo e desafios pelas quais o aluno-jogador deverá passar.

Tudo se inicia com a inesperada chegada na Terra dos alienígenas, sobreviventes do chamado **Planeta X**, que apresentara formas de vida semelhantes as existentes aqui. Com seres em sua maioria aeróbios, teve sua atmosfera completamente destruída, em virtude das atividades de seus próprios habitantes, tornando-se um lugar inabitável.

Esses alienígenas, dividiram-se em dois grupos distintos, que viajam pelo Universo em busca de planetas semelhantes ao Planeta X: os alienígenas amigos e os alienígenas inimigos.

Com objetivos distintos, enquanto que os alienígenas amigos buscam planetas parecidos com o seu, com a meta de alertar os habitantes a respeito da necessidade de se conhecer e preservar a atmosfera planetária, que é fundamental para a existência da vida, os alienígenas inimigos, embora em pequeno número e sempre no encalço dos primeiros, pretendem se instalar no planeta, colonizando-o.

Ao adentrarem o Sistema Solar, os alienígenas amigos identificam a Terra, que possui uma atmosfera semelhante à que existira no Planeta X, e na qual as atividades humanas que afetam diretamente essa região, podem destruí-la.

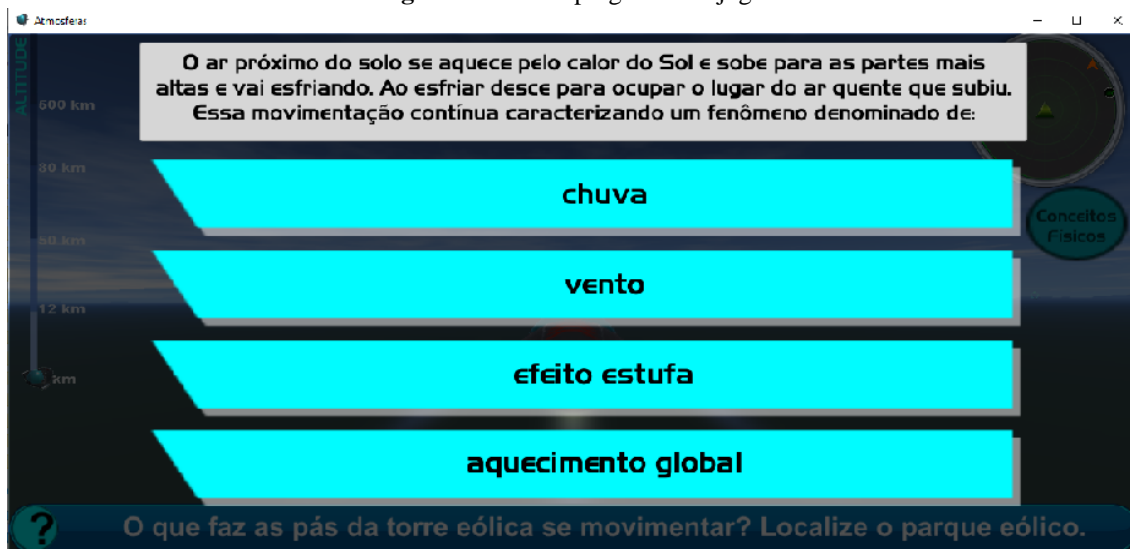
Decidem então escolher alguns terráqueos (aluno-jogador), delegando a missão de repassar informações aos demais habitantes do nosso planeta, que são fundamentais para a compreensão do funcionamento da atmosfera terrestre e a sua necessária preservação.

Para isso, o aluno-jogador irá pilotar uma nave, viajando através da atmosfera terrestre, devendo entender os conceitos físicos essenciais para a explicação dos eventos, e conseqüentemente, à solução dos desafios aos quais serão submetidos.

O conhecimento adquirido através dessa viagem é necessário para que possam ser repassadas as informações que pretendem promover a mudança de pensamento, salvando nosso Planeta da possível catástrofe.

O jogo é constituído por sete fases, sendo que em cada uma delas, o aluno-jogador deve responder duas perguntas, como demonstrado na Fig. 2, para iniciar a missão de encontrar os objetos e assim seguir para a próxima fase. Cada fase inicia com uma questão-problema sobre determinada situação presente no cotidiano e que tem o objetivo de promover uma contextualização.

**Figura 2:** Tela de perguntas do jogo.



Fonte: *Print Scream* do jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre (2019).

Os conceitos físicos que estão diretamente relacionadas aos fenômenos naturais e outros eventos presentes na atmosfera terrestre, bem como as perguntas e missões, têm como eixo gerador esse questionamento inicial. Como pode ser vista na Fig. 2, as perguntas são objetivas, com quatro opções de respostas, sendo apenas uma delas a correta.

Ao escolher uma das opções, uma mensagem será exibida, indicando se houve um acerto ou um erro. Após responder as perguntas, a missão será liberada (Fig.3). O aluno-jogador terá então que encontrar o objeto.

**Figura 3:** Tela mostrando uma das missões do jogo.



Fonte: *Print Scream* do jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre (2019).

O tempo total para responder as perguntas e encontrar os objetos, juntamente com os pontos obtidos pelos acertos, será apresentado no final, no *ranking* do jogo.

A Fig. 3 mostra que no canto superior direito da tela do jogo, o aluno-jogador pode consultar os conceitos das grandezas físicas relacionadas ao entendimento de fenômenos e situações-problemas presentes na atmosfera terrestre. O tempo será pausado e a tela congelada quando clicar nesses conceitos para ver sua definição.

Em decorrência das condições ótimas oferecidas pela Terra, o grupo dos alienígenas inimigos, resolve dominá-la, e para isso interferem no cumprimento das missões. Assim, surgem as naves espaciais inimigas e o aluno-jogador poderá atirar um raio paralisante na mesma. O total de naves abatidas também será mostrado no final

Após a última fase, na camada mais externa da atmosfera, com o encerramento de todos os desafios, o aluno-jogador irá se encontrar com os sobreviventes (pacíficos) do Planeta X, cumprindo-se todas as missões, sendo finalizado o jogo.

Maiores detalhes sobre enredo e cenários, desafios (questões-problemas, missões e perguntas), metas e tutorial do jogo, poderão ser obtidos no Apêndice A dessa dissertação.



## CAPÍTULO 3

### 3 CONCEITOS BÁSICOS EM FÍSICA DA ATMOSFERA

Neste capítulo, serão destacadas as grandezas físicas e outros conceitos científicos importantes para o estudo da atmosfera terrestre.

#### 3.1 O que é a atmosfera terrestre?

A atmosfera terrestre é uma mistura de gases presa à crosta terrestre pela força gravitacional do planeta, que impede que as partículas que a formam escapem para o espaço exterior, acompanhando o movimento da Terra. É incolor, insípida e inodora, má condutora de eletricidade, estratificada horizontalmente, transparente para a radiação visível e opaca para algumas outras radiações, como os raios-X vindos do espaço (CRUZ, BORBA e ABREU, 2005).

É a camada mais externa da Terra, iniciando-se junto à crosta terrestre, na qual sua densidade é máxima, e vai se tornando cada vez menor a medida que se afasta do solo, até se confundir com os gases rarefeitos interplanetários, não havendo, como destaca Vianello e Alves (2000), um limite superior para essa camada.

A atmosfera contém ainda vapor de água e partículas sólidas em suspensão, como as que caracterizam a poluição do ar.

Sua massa se concentra nos primeiros 50 km de altitude, contendo cerca de 99 % do total. É válido destacar que nos primeiros 20 km de altitude, a massa da atmosfera corresponde a 90 % do total, e que acima dos 100 km, existe apenas um milionésimo do total da sua massa (VIANELLO e ALVES, 2000).

A atmosfera é muito delgada quando comparada ao raio médio da Terra, representando apenas 1,6 % desse raio. Além disso, a sua porção mais importante, na qual ocorrem os fenômenos meteorológicos que interferem diretamente na dinâmica do planeta, representa apenas 0,3 % do raio da Terra, atingindo uma altitude de pouco menos de 20 km (VAREJÃO-SILVA, 2006).

As principais funções da atmosfera, conforme Oliveira (20--), são as seguintes:

- Proteger a região que abriga a vida na Terra, denominada de Biosfera, da radiação ultravioleta proveniente do Sol;

- Fornecer o oxigênio ( $O_2$ ) para a manutenção da vida dos seres aeróbios macroscópicos e microscópicos;
- Proteger a Terra das variações de temperatura excessivas em decorrência da incidência dos raios solares;
- Através da dinâmica e movimentação de massas de ar, equalizar as temperaturas das camadas mais próximas da superfície terrestre.

Essa última função está diretamente relacionada ao importante papel que a atmosfera possui na determinação do clima mundial, tornando possível “promover a distribuição da energia térmica proveniente do Sol, reduzindo as amplitudes entre as temperaturas diurnas e noturnas e, portanto, determinando o modo como a energia solar entra e sai do planeta” (SILVA, CHAVES e LIMA, 2009a, p. 13).

### 3.2 Composição da atmosfera terrestre

Como visto anteriormente, a atmosfera é um conjunto de gases, vapor d'água e outras partículas sólidas, constituindo o que se chama de ar e que envolve toda a superfície terrestre, verificando-se uma progressiva rarefação desse ar com o aumento da altitude (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Sob o ponto de vista termodinâmico, a atmosfera é um sistema aberto (há intercâmbio de massa com a superfície terrestre e com o espaço), multicomponente e plurifásico. A fase dispersante é o ar propriamente dito: uma mistura homogênea de Nitrogênio ( $N_2$ ), Oxigênio ( $O_2$ ), Argônio (A), Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ) e outros gases que figuram em pequenas porções, chamados constituintes menores [...], juntamente com o vapor d'água. As fases dispersas – líquida e sólida – estão representadas por partículas de natureza hídrica ou não, em suspensão ou em queda livre. O estudo das fases dispersas é, por comodidade, feito separadamente. (VAREJÃO-SILVA, 2006, p.99).

Ao se analisar a composição do ar, faz-se necessário retirar o vapor d'água, uma vez que sua concentração é variável no espaço e no tempo, e acaba modificando as proporções dos demais constituintes (VAREJÃO-SILVA, 2006).

O chamado ar seco é obtido quando se desumidifica o ar. Importante destacar que a composição média do ar seco, demonstrada na Tabela I, é praticamente constante até cerca de 25 km de altitude.

Eventuais desvios na composição do ar seco estão relacionados às variações observadas nas concentrações do dióxido de carbono, na superfície terrestre, e do ozônio, em altitudes elevadas. No entanto, essas variações não são suficientes para alterar

expressamente a composição do ar seco, pois esses dois gases são constituintes encontrados em pequenas quantidades na atmosfera (VAREJÃO-SILVA, 2006).

**Tabela 1:** Composição da atmosfera para uma altitude de 0 a 25 km.

Constituinte	Fórmula	% Volume	ppm
Nitrogênio	$N_2$	78,08	780.800
Oxigênio	$O_2$	20,95	209.500
Dióxido de carbono	$CO_2$	0,0358	353
Neônio	$Ne$	0,0018	18
Metano	$CH_4$	0,00017	1,7
Criptônio	$Kr$	0,00011	1,1
Hidrogênio	$H_2$	0,00005	0,5
Óxido nitroso	$N_2O$	0,00003	0,3
Ozônio	$O_3$	0,000004	0,04

Fonte: Masters (1997, p. 22) apud Silva, Chaves e Lima (2009a, p. 13).

### 3.3 Principais gases da atmosfera

#### 3.3.1 Nitrogênio

Esse gás é o constituinte mais abundante do ar atmosférico, sendo de extrema importância para todos os seres vivos, pois participa da formação de diversas moléculas orgânicas, como a hemoglobina e a acetilcolina, necessárias para o metabolismo humano (SANTOS, 2015).

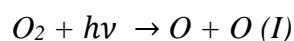
O nitrogênio presente na molécula de vários compostos orgânicos vegetais, é oriundo do solo e não da atmosfera. De todos os organismos vivos, apenas alguns microrganismos, como algumas espécies de algas, são capazes de captar o nitrogênio

disponível na atmosfera e degradá-lo de forma que os demais seres vivos possam aproveitá-lo.

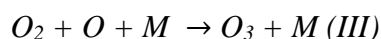
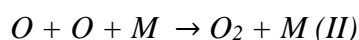
### 3.3.2 Oxigênio e ozônio

O oxigênio tem o importante papel de permitir a existência da vida aeróbia no Planeta Terra, possibilitando a oxigenação de compostos orgânicos por meio do processo fisiológico da respiração.

Outro importante papel do oxigênio é o fato dele possibilitar a formação do ozônio. Isso ocorre do seguinte modo: na alta atmosfera, o oxigênio molecular ( $O_2$ ) se dissocia, ao absorver energia ( $E$ ) ultravioleta proveniente do Sol, na faixa de comprimento de onda  $\lambda = 1,3 \times 10^{-4}$  cm e  $\lambda = 2,0 \times 10^{-4}$  cm, aproximadamente. Logo, tem-se a seguinte fotodissociação:



Os átomos de oxigênio podem se combinar entre si ou com átomos ou moléculas de outros constituintes do ar atmosférico. Para a formação do ozônio, a combinação ocorre da seguinte forma:



A presença da molécula M é muito importante para absorver a energia química liberada durante a reação, mantendo ainda a estabilidade do produto final (VAREJÃO-SILVA, 2006). “A essa liberação de energia é que se atribui o aquecimento da atmosfera em torno dos 50 km de altitude” (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 102).

As reações apresentadas anteriormente ocorram em níveis elevados, sendo a recombinação fotoquímica (III), a responsável pela formação de quase todo o ozônio presente no ar.

Uma pequena quantidade de ozônio é formada por descargas elétricas ocorridas na atmosfera. Elas produzem a decomposição do oxigênio molecular ( $O_2$ ) e a consequente formação de oxigênios livres, que por sua vez, reagem com outras moléculas de oxigênio que não foram decompostas, resultando na formação do ozônio.

Existe ainda o ozônio de origem antropogênica, que é produzido por reações químicas complexas que acontecem entre o dióxido de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, na presença de radiação solar, em atividades humanas, tais como queima de combustíveis fósseis, criação de animais e na agricultura.

O ozônio pode ser encontrado em regiões próximas à superfície terrestre até a aproximadamente 100 km de altitude, havendo uma maior concentração em torno de 35 km de altitude, e que sofre variações em decorrência da latitude, e para uma determinada latitude, com a época do ano, com a hora do dia e ainda com a maior ou menor atividade do Sol (VAREJÃO-SILVA, 2006).

A região compreendida entre 10 km e 70 km de altitude, em virtude de ser a mais rica em ozônio, é denominada de *ozonoesfera*.

O ozônio é um gás instável. Ao absorver radiação solar ultravioleta, dissocia-se, produzindo uma molécula e um átomo de oxigênio. Graças às propriedades radiativas que possui, o ozônio se torna um dos mais importantes gases da atmosfera terrestre. Sabe-se que o excesso de radiação solar ultravioleta que passaria a atingir a superfície terrestre caso a concentração de ozônio diminuísse causaria grandes queimaduras na epiderme dos seres vivos, aumentando drasticamente a incidência de câncer de pele. Por outro lado, se a concentração de ozônio aumentasse, ao ponto de absorver toda a radiação ultravioleta solar, não haveria formação de vitamina D no organismo animal; por consequência, a formação óssea ficaria prejudicada [...] (SILVA, CHAVES e LIMA, 2009a, p.8).

### 3.3.3 Gás carbônico

Cerca de 98% da quantidade total de dióxido de carbono existente na Terra, encontra-se dissolvido nas águas dos mares, na forma de bicarbonato. O restante está na atmosfera, em torno de 0,5 g por quilograma de ar, com sua concentração variando muito pouco.

No entanto, essa concentração aumenta muito em regiões industriais e grandes centros urbanos, que se caracterizam por serem os principais emissores desse gás, estando diretamente relacionado ao chamado *aquecimento global*.

Há um intercâmbio contínuo entre o Gás Carbônico, a atmosfera e os seres vivos (respiração e fotossíntese), os materiais da crosta (combustão e oxidação) e os oceanos. Cerca de 90% dos constituintes vegetais não provêm do solo, mas da atmosfera, através da atividade fotossintética. O Carbono, integrante das moléculas sintetizadas pelos vegetais, provém do Gás Carbônico atmosférico. O CO<sub>2</sub> também desempenha um papel de destaque na energética do sistema globo-atmosfera, absorvendo energia solar e terrestre de determinados comprimentos de onda. Por outro lado, emite energia em direção à superfície terrestre [...] (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 103).

### 3.3.4 Vapor d'água

A concentração de vapor d'água na atmosfera é bastante variável e diminui à medida que a altitude aumenta. Nas regiões tropicais, quentes e úmidas, o vapor d'água

pode ser encontrado nas proximidades da superfície terrestre em uma proporção considerada alta: de 40 g por quilograma de ar seco. Já nas zonas polares, frias e secas, essa proporção cai para 0,5 g por quilograma de ar seco (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Apesar de sua baixa concentração, o vapor d'água é um constituinte atmosférico importantíssimo por interferir na distribuição da temperatura: em primeiro lugar, porque participa ativamente dos processos de absorção e emissão de calor sensível para a atmosfera; em segundo, atua como veículo de energia ao transferir calor latente de evaporação de uma região para outra, o qual é liberado como calor sensível, quando o vapor se condensa (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 103).

O vapor d'água é o responsável pela formação das nuvens e por vários fenômenos atmosféricos muito importantes, como chuva, neve e granizo, que interferem diretamente no nosso cotidiano. Além disso, sua maior ou menor presença no ar, denominada de umidade relativa, determina o nível de conforto ambiental.

### 3.3.3.1 Quantificação da umidade atmosférica

O termo umidade atmosférica se refere a existência de vapor d'água na atmosfera terrestre, não estando relacionado a presença de água nas fases sólida e líquida.

É necessário, no entanto, dispor de métodos rápidos e eficientes que possibilitem informar com boa precisão a distribuição vertical e horizontal do vapor d'água na atmosfera (VIANELLO e ALVES, 2000).

Entre os inúmeros parâmetros que são utilizados para quantificar a presença do vapor d'água na atmosfera, aqui será dado destaque especificamente a dois: *umidade absoluta* e *umidade relativa*.

#### a) Umidade absoluta ( $\rho_V$ )

A umidade absoluta ( $\rho_V$ ) é o quociente entre a massa de vapor d'água ( $m_V$ ) e o volume  $V$  do ar úmido que a contém. Também denominada de concentração do vapor ou densidade do vapor na mistura, é dada por:

$$\rho_V = \frac{m_V}{V} \quad (3.3.1)$$

Considere a equação de estado aplicada ao vapor d'água, dada por:

$$e \cdot \alpha_v = R_V \cdot T, \quad (3.3.2)$$

onde  $e$  representa a pressão parcial do vapor d'água;  $T$  a temperatura absoluta;  $R_V$ , a constante específica do vapor d'água e  $\alpha_V$ , o volume específico do vapor d'água, que corresponde ao inverso de sua massa específica, ou seja:

$$\alpha_V = \frac{V}{m_V} \quad (3.3.3)$$

Onde  $V$  corresponde ao volume ocupado pelo vapor d'água e  $m_V$ , a sua massa.

O valor da constante específica do vapor d'água  $R_V$  pode ser obtida pela expressão:

$$R_V = \frac{R}{M_V} \quad (3.3.4)$$

Com  $R$  sendo a constante universal dos gases reais e  $M_V$  a massa molar do vapor d'água.

Substituindo as Eq. 3.3.3 e 3.3.4 na Eq. 3.3.2, tem-se que:

$$e \cdot \frac{V}{m_V} = \frac{R}{M_V} \cdot T \rightarrow e = \frac{m_V}{V} \cdot \frac{R}{M_V} \cdot T \quad (3.3.5)$$

Mas, da Eq. (3.3.1), temos que  $\frac{m_V}{V} = \rho_V$ . Logo:

$$\rho_V = \frac{e}{T} \frac{R}{M_V} \quad (3.3.6)$$

Tomando  $R = 8,314 \cdot 10^7 \text{ dyn} \cdot \text{cm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  e  $M_V = 18,015 \text{ g} \cdot \text{K}^{-1}$ , e substituindo esses valores na Eq. 3.3.6, verifica-se que:

$$\rho_V = 2,16683 \cdot 10^{-7} \frac{e}{T} \quad (\text{em g} \cdot \text{cm}^{-3})$$

Com a temperatura  $T$  em *Kelvin* e a pressão de vapor parcial  $e$  em *mb* (milibar).

Considere a razão da mistura ( $r$ ) do ar úmido a uma certa pressão atmosférica ( $p$ ) e temperatura ( $t$ ), entendida como a razão entre a massa de vapor ( $m_V$ ) e a massa do ar seco ( $m_a$ ), dada pela seguinte expressão:

$$r = \frac{m_V}{m_a} \quad (3.3.7)$$

Substituindo a Eq. 3.3.7 na equação 3.3.1, considerando que as massas do ar úmido e seco são equivalentes, temos a seguinte expressão para calcular a umidade absoluta:

$$\rho_V = \rho_a \cdot r \quad (3.3.8)$$

Na Eq. 3.3.8,  $\rho_a$  designa a massa específica do ar seco.

## b) Umidade relativa ( $U$ )

A umidade relativa  $U$  do ar úmido, submetido a uma determinada temperatura ( $t$ ), é a razão entre a pressão parcial de vapor ( $e$ ) e a pressão máxima exercida pelo vapor d'água, denominado de vapor de saturação ( $e_s$ ). É dada pela seguinte expressão:

$$U = \frac{e}{e_s} \quad (3.3.9)$$

Geralmente é representado em porcentagem:

$$U = 100 \cdot \frac{e}{e_s} \quad (3.3.10)$$

A Eq. 3.3.10 revela que quando o ar está saturado, ou seja, quando  $e = e_s$ , a umidade relativa atinge seu valor máximo (100 %). “Fisicamente U representa a fração de umidade possível que já se encontra preenchido” (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 148).

Importante destacar que um ambiente está saturado a uma determinada temperatura, quando a possível quantidade de vapor d’água para aquela temperatura é máxima.

Como  $e_s$  depende de  $t$ , nota-se que se mantendo a pressão parcial de vapor ( $e$ ) constante, a umidade relativa varia com a temperatura.

De fato, U aumenta quando t diminui, pois, a diferença  $e_s - e$  diminui, já que o valor da pressão de saturação ( $e_s$ ) tende a se aproximar do valor constante da pressão parcial do vapor ( $e$ ). A recíproca é igualmente verdadeira: quando t aumenta, a umidade relativa diminui à pressão parcial constante (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 148).

## 3.4 Variáveis de estado dos gases atmosféricos

Os gases atmosféricos podem ser caracterizados pelas seguintes variáveis de estado: temperatura, pressão e massa específica. A seguir, serão apresentadas cada uma delas.

### 3.4.1 Temperatura

Pode ser entendida como uma medida do grau de agitação das moléculas de um gás. A energia cinética média das partículas de um gás varia diretamente com sua temperatura absoluta (VIANELLO e ALVES, 2000).

#### 3.4.1.1 Isotermas

Os valores de temperatura que são obtidos em diferentes locais, podem ser plotados em uma carta geográfica da região em que se localizam.

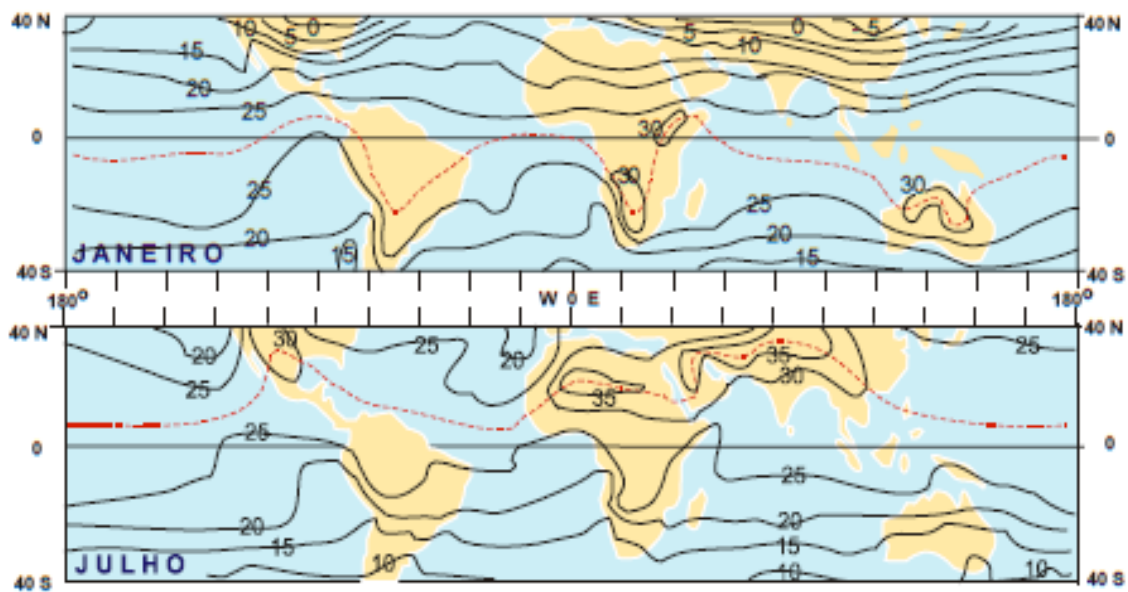
Se existirem um número razoável de dados de locais diferentes, é possível interpolar linhas que unem pontos com igual valor de temperatura e que são chamadas de *isotermas*, como pode ser visto na Fig. 4.



O mesmo pode ser feito quando se dispõe de muitos dados sobre diferentes perfis da atmosfera, desejando conhecer como se distribui a temperatura em uma determinada seção transversal.

“As isotermas traduzem a configuração do campo de temperatura. São comuns cartas climatológicas contendo isotermas médias, referentes à temperatura do ar à superfície [...], corrigida ou não do efeito da altitude” (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 81). Isso pode ser visto na Fig. 4.

**Figura 4:** Distribuição da temperatura do ar à superfície na Região Tropical de janeiro a julho.



Fonte: NIEUWOLT (1977) apud (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 83).

### 3.4.1.2 Gradiente térmico

O *gradiente* de uma grandeza física escalar qualquer ( $\alpha$ ) é um vetor representado pelo símbolo  $\nabla$  (nabla), definida pela seguinte expressão:

$$\nabla\alpha = \frac{\partial\alpha}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial\alpha}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial\alpha}{\partial z} \vec{k} \quad (3.4.1)$$

em que  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$  e  $\vec{k}$ , são os chamados versores e estão associados aos eixos coordenados do referencial local, a partir do qual é feita a observação (VAREJÃO-SILVA, 2006). Fisicamente, as diferenciais parciais  $\frac{\partial\alpha}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial\alpha}{\partial y}$  e  $\frac{\partial\alpha}{\partial z}$ , representam a variação espacial de  $\alpha$  ao longo de cada um dos eixos desse referencial.

Fazendo  $\alpha = T$  na Eq. 3.4.1, tem-se o gradiente de temperatura do ar dado por:

$$\nabla T = \frac{\partial T}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial T}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial T}{\partial z} \vec{k} \quad (3.4.2)$$

A componente horizontal  $\nabla_H T$  do gradiente de temperatura do ar à superfície nas proximidades de um ponto, além de ser perpendicular às isotermas, aponta na direção do aumento de temperatura, com o transporte de calor dando-se no sentido oposto. É expressa por:

$$\nabla_H T = \frac{\partial T}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial T}{\partial y} \vec{j} \quad (3.4.3)$$

Quanto mais próximas estiverem as isotermas, maior será o módulo do gradiente de temperatura.

Raciocínio semelhante é aplicado no caso de isotermas que representam a distribuição vertical de temperatura do ar. Costuma-se exprimir a variação vertical de temperatura do ar, simbolizado por  $\Gamma$  com o sinal contrário ao do componente vertical do respectivo gradiente ( $\nabla_V T$ ), sendo expresso como:

$$\Gamma = -\nabla_V T = -(\partial T / \partial z) \vec{k} \quad (3.4.4)$$

A Eq. 3.4.4 mostra que se  $\Gamma > 0$ , a temperatura  $T$  diminui quando a altitude  $H$  aumenta, uma vez que  $\partial T / \partial z$  tem sinal próprio. Dessa forma, quando  $\Gamma < 0$ , a temperatura  $T$  aumenta quando a altitude  $H$  diminui.

### 3.4.2 Massa específica (ou densidade absoluta)

A *massa específica* ou *densidade absoluta* de um gás é a relação entre a massa total da substância e o seu correspondente volume. Nas condições normais de temperatura e pressão (0 °C e 1 atm), a massa específica do ar atmosférico é de cerca de 1,3 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.4.3 Pressão

É uma grandeza escalar que mede a força ( $F$ ) exercida por unidade de área ( $A$ ) sobre uma superfície. Ou seja:

$$P = \frac{F}{A} \quad (3.4.5)$$

Em que  $P$  representa a pressão exercida, cuja unidade de medida no SI é o Pa (pascal).

#### 3.4.3.1 Pressão atmosférica

A pressão resultante da ação do ar atmosférico sobre os corpos nele mergulhados, é denominada de *pressão atmosférica*. Portanto, a força  $F$  corresponde ao peso da coluna de ar que existe sobre o corpo considerado, sendo  $A$  a área da seção transversal de tal coluna.

A pressão atmosférica depende de condições locais e instantâneas, tais como altura, temperatura e umidade.

O estudo da pressão atmosférica é muito importante, bastando lembrar que, sendo o ar um fluido, sua tendência é de se movimentar em direção às áreas de menor pressão. Daqui se depreende que o movimento da atmosfera está intimamente relacionado com a distribuição da pressão atmosférica, muito embora existam outras forças intervenientes, que modificam bastante a tendência inicial do ar de mover-se diretamente para as regiões onde a pressão estiver baixa (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 111).

### 3.4.3.2 Equação do equilíbrio hidrostático

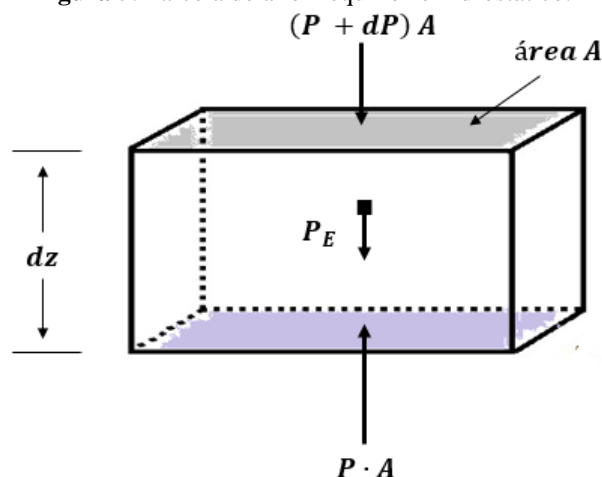
Em condições atmosféricas normais, a componente horizontal do movimento do ar, o vento, é da ordem de 10 m/s. Já a componente vertical, nessas mesmas condições, possui velocidade de ordem de magnitude de 1 cm/s; isto é, apenas um milionésimo da componente horizontal (HOLTON, 1979 apud VAREJÃO-SILVA, 2006). Dessa forma, considerando a atmosfera em equilíbrio, a componente vertical do movimento do ar pode ser negligenciada quando comparada a horizontal. Assim:

[...] uma parcela de ar pode ser tratada como se estivesse em equilíbrio, com relação a movimentos verticais. A condição para que se estabeleça esse equilíbrio é que haja, sobre a parcela, uma força dirigida para cima para anular o efeito do seu peso (sempre presente). [...] (VIANELLO e ALVES, 2000, p. 96).

Desse modo, em condições de equilíbrio, como representado na Fig. 5, pode-se escrever que:

$$\sum \text{Forças (para baixo)} = \sum \text{Forças (para cima)}$$

Figura 5: Parcela de ar em equilíbrio hidrostático.



Fonte: Adaptado de Vianello e Alves (2000).

Logo:

$$(P + dP) \cdot A + P_E = P \cdot A \quad (3.4.6)$$

Sendo  $P_E = m \cdot g$ , o peso da parcela de ar, onde  $m$  é sua massa e  $g$  a aceleração da gravidade;  $P$  é a pressão na face inferior;  $P + dP$ , a pressão na face superior, com  $dP$  sendo uma quantidade negativa, pois a pressão diminui com a altura;  $A$  é a área;  $P \cdot A$  é a força na face inferior.

Mas,  $m = \rho \cdot V$  e  $V = A \cdot dz$ , sendo  $\rho$  a densidade absoluta do ar,  $V$  o volume da parcela de ar e  $dz$  sua altura. Logo  $m = \rho \cdot A \cdot dz$ . Assim, a Eq. 3.4.6 pode ser escrita como:

$$(P + dP) \cdot A + (\rho \cdot A \cdot dz) \cdot g = P \cdot A \quad (3.4.7)$$

Dividindo-se toda a Eq. 3.4.7. por  $A$ , temos:

$$P + dP + \rho \cdot g \cdot dz = P \quad (3.4.8)$$

E assim, tem-se a seguinte expressão:

$$dP = -\rho \cdot g \cdot dz \quad (3.4.9)$$

Logo, verifica-se que a pressão diminui quando a altura aumenta.

A Eq. 3.4.9 é denominada de equação do equilíbrio hidrostático, e rege a distribuição vertical da pressão em um fluido em equilíbrio.

Na atmosfera, a pressão não varia apenas na direção vertical, verificando-se, portanto, alterações também na direção das coordenadas horizontais. Para esses casos, as diferenças totais presentes na Eq. 3.4.9, devem ser substituídas por derivadas parciais, obtendo-se:

$$\partial P = -\rho \cdot g \cdot \partial z \quad (3.4.10)$$

Exceto para um modelo de atmosfera com um gás perfeito, é válido destacar que a equação do equilíbrio hidrostático não pode ser utilizada para a determinação da pressão atmosférica dominante em um dado local e instante.

De fato, a sua integração exige que se conheça a distribuição vertical da aceleração da gravidade (apenas teoricamente conhecida) e, também, a variação da massa específica do ar com a altitude ( $z$ ), em toda a coluna atmosférica cima do local em questão. Infelizmente a determinação da massa específica de ar não é incluída na rotina de trabalho das estações de prospecção aerológica, exatamente por ser muito difícil de efetuar (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 112).

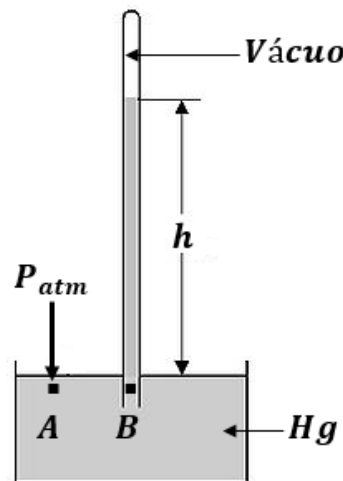
### 3.4.3.3 Determinação da pressão atmosférica

Como dito anteriormente, a atmosfera é um meio fluido, sem uma altura bem definida, tendo um campo gravitacional variável. Dessa forma, “a pressão atmosférica é calculada como sugerido por Torricelli, no século XVII, como sendo igual à pressão exercida por uma coluna de mercúrio em equilíbrio com a atmosfera” (VIANELLO e ALVES, 2000, p. 45).

Com isso, Torricelli inventava o barômetro. Um exemplo do experimento de Torricelli é mostrado na Fig. 6. Tal instrumento se constitui como um meio preciso de se determinar a pressão atmosférica e cujo princípio de funcionamento se baseia na *Lei de Stevin*.

Essa lei garante que não existe diferença de pressão entre dois pontos localizados no mesmo nível, em um mesmo fluido em equilíbrio hidrostático.

**Figura 6:** Representação esquemática de um barômetro de mercúrio.



Fonte: Adaptado de Vianello e Alves (2000).

Na Fig. 6, a pressão no ponto A ( $P$ ) é a pressão atmosférica, enquanto que a pressão no ponto B ( $P_B$ ), corresponde ao peso da coluna de mercúrio acima de tal ponto. Como os pontos A e B se encontram no mesmo nível, no mesmo fluido, que é o mercúrio, em equilíbrio hidrostático, as pressões nesses dois pontos serão iguais. Ou seja:

$$P = P_B = \frac{\text{Peso da coluna de mercúrio}}{\text{Área da seção transversal do tubo}}$$

Como a densidade do mercúrio  $\rho_{Hg}$  e a aceleração da gravidade  $g$  são praticamente constantes, a pressão atmosférica  $P$  é igual a aquela decorrente da coluna de mercúrio de altura  $h$ . A partir da Eq. 3.4.9, obtém-se:

$$dP = -\rho_{Hg} \cdot g \cdot dh \quad (3.5.11)$$

Integrando-se a Eq. 3.5.11 de 0 até a altura  $h$ , verifica-se que:

$$P = -\rho_{Hg} \cdot g \cdot \int_0^h dh = \rho_{Hg} \cdot g \cdot h \quad (3.4.12)$$

Tendo como unidade, entre outras, o milímetro ou centímetro de mercúrio (*mmHg* ou *cmHg*), a pressão atmosférica é comumente expressa em termos apenas da coluna de mercúrio  $h$ , pois, como destacado anteriormente,  $\rho_{Hg}$  e  $g$  são praticamente constantes.

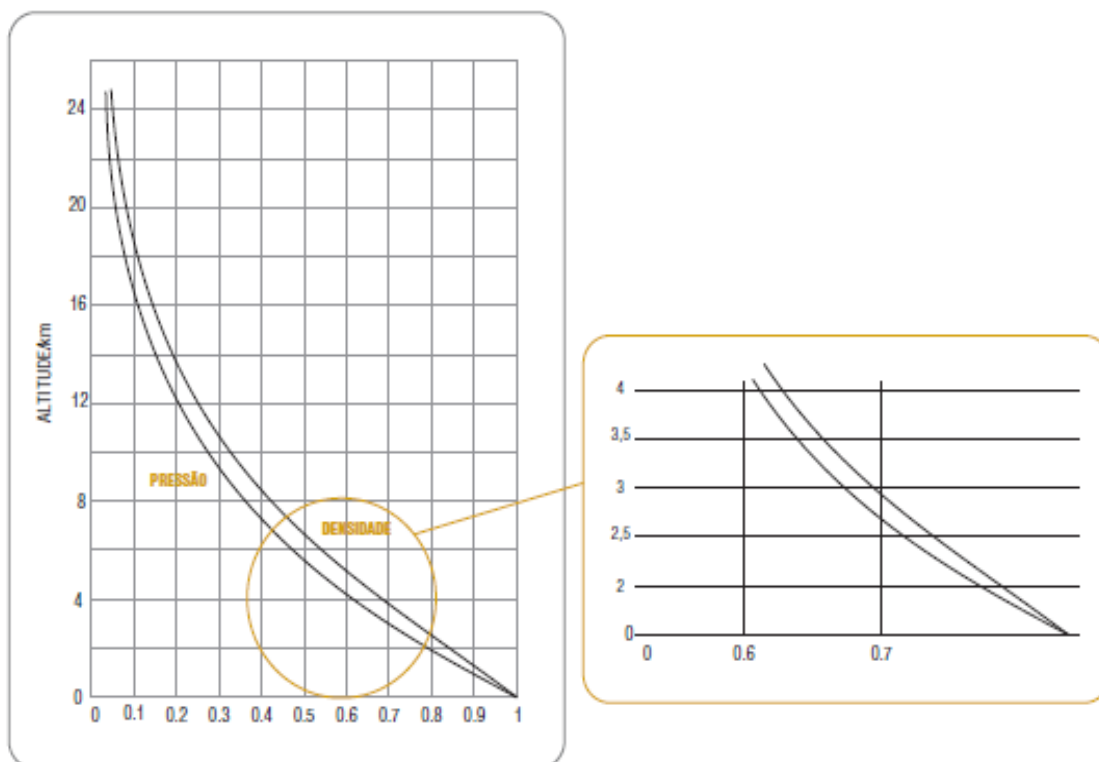
É necessário destacar que, na prática, a pressão varia nas três dimensões espaciais e no tempo, e que isso tem importantes implicações nas mudanças do tempo meteorológico.

Os locais de valores inferiores de pressão são conhecidos com CENTROS DE BAIXA PRESSÃO. Tais centros são caracterizados por movimentos ascendentes de ar, que normalmente se encontra mais aquecido, e, por conseguinte, menos denso. Por outro lado, os locais de valores superiores de pressão são chamados de CENTROS DE ALTA PRESSÃO, onde normalmente predomina o ar frio que, por sua vez, é mais denso e tende a descer (VIANELLO e ALVES, 2000, p. 47).

### 3.4.4 Variação da densidade e da pressão atmosférica com a altitude

Tanto a densidade quanto a pressão atmosférica diminuem continuamente, de maneira exponencial, com o aumento de altitude, como pode ser visto na Fig. 7, que permite se ter uma ideia do comportamento da densidade, bem como da pressão em função da altitude.

**Figura 7:** Gráfico da variação de densidade e de pressão em relação à superfície.



Fonte: CRUZ, BORBA e ABREU (2005, p.10).

Ao analisar a Fig. 7, é possível verificar que: [...] “tanto a densidade quanto a pressão caem rapidamente com a altura. A 25 km de altura, a densidade já é tão baixa que seria impossível para qualquer um de nós respirar. A densidade é tão baixa que não permite que aviões voem a determinada altura” (CRUZ, BORBA e ABREU, 2005, p.10).

Observando quantitativamente o valor da densidade em função da altura, na Fig. 7, percebe-se que o valor relativo de densidade (e de pressão), é igual a 1,0, sendo os valores anteriores percentuais desse valor. Isso significa que, por exemplo, para o valor 0,6, à altura correspondente de 4,0 km, a densidade é da ordem de 60% do valor disponível na superfície. Dessa forma, quando se sobe 4,0 km, tem-se menos 40% de ar disponíveis para a respiração. Ainda na Fig. 7, percebe-se que a medida que a altura aumenta, a pressão atmosférica diminui de maneira exponencial. Logo na superfície terrestre, a pressão atmosférica é sempre maior, e vai diminuindo à medida que a altitude aumenta.

Há uma relação entre essa diminuição da pressão e a densidade do ar atmosférico: quando a altitude aumenta a densidade diminui, significando que o ar fica mais rarefeito, resultando em um menor valor para a pressão atmosférica.

### 3.5 Estrutura vertical da atmosfera

A estrutura vertical da atmosfera terrestre é extremamente variável quanto a vários aspectos, tais como temperatura umidade, pressão, etc. Costuma-se dividir a atmosfera em camadas, sendo que cada uma delas possui suas próprias características, mas que interagem entre si trocando propriedades, uma vez que não existem limites físicos que as separem. Dessa forma, o que acontece na superfície terrestre está relacionado com as camadas superiores (VIANELLO e ALVES, 2000).

Com a finalidade de facilitar os estudos, muitas tentativas foram feitas no sentido de dividir a atmosfera em camadas que podem ser consideradas aproximadamente homogêneas no que diz respeito as propriedades físicas.

Um dos critérios atualmente aceito é fundamentado na variação da temperatura do ar com a altitude, que é expressa pelo componente vertical do gradiente térmico  $\Gamma$ , definido pela Eq. 3.4.4.

A Fig. 8 representa o diagrama  $(T, z)$  da temperatura em função da altitude. Nele é destacada a curva da variação da temperatura do ar até 110 km de altura. Os pontos de inflexão dessa curva, indicam as mudanças no sinal do gradiente térmico vertical. As

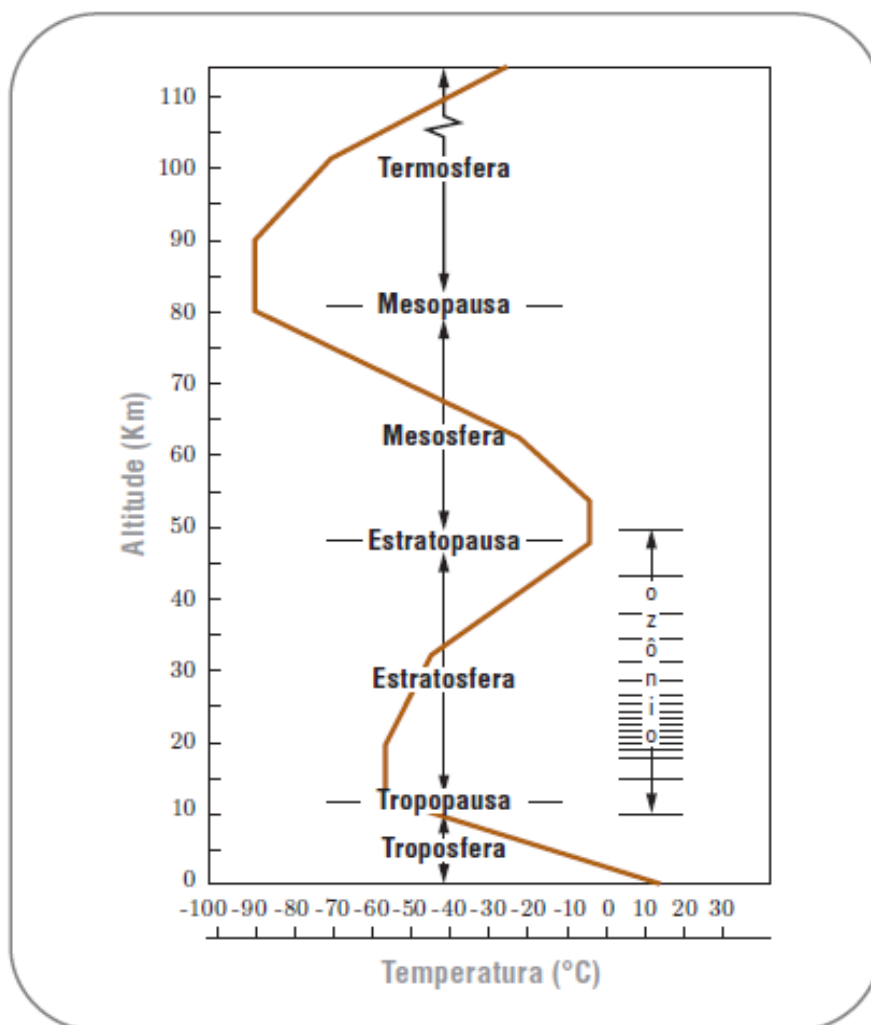
camadas nas quais não existe variação de temperatura com a altitude, apresentando gradiente térmico nulo ( $\Gamma = 0$ ), são denominadas de *isotérmicas*.

Assim, a atmosfera terrestre pode ser dividida em regiões, conforme a Fig. 8. É importante destacar que no estudo dessas camadas, não existe um limite definitivo entre elas, uma vez que se trata de um meio fluido.

Além disso, o critério térmico é baseado na distribuição vertical média da temperatura do ar no planeta, significando que as condições reais observadas, em dado instante e região da atmosfera podem ser bem diferentes das condições correspondentes à média planetária.

A seguir, serão descritas cada uma dessas camadas (Fig. 8), destacando ainda a caracterização de duas regiões específicas da atmosfera, denominadas de ionosfera e exosfera.

**Figura 8:** Estrutura vertical da atmosfera terrestre até 110 km de altitude.



Fonte: Silva, Chaves e Lima (2009a, p.15).



### 3.5.1 Troposfera

Possui uma espessura bastante variável ao longo do ano, atingido uma altitude aproximada de 15 a 18 km no equador e de 6 a 8 km nos polos. É a camada que se encontra em contato direto com a superfície terrestre, e na qual ocorrem os principais fenômenos meteorológicos que afetam diretamente a vida no planeta (VIANELLO e ALVES, 2000).

Concentrando cerca de 3/4 da massa total da atmosfera e praticamente todo seu vapor d'água, na troposfera se formam as nuvens e ocorrem todos os fenômenos relacionados à presença do vapor d'água no ar.

A temperatura nessa camada cai rapidamente com a altitude: em uma razão de 6,5 °C/km. É aquecida principalmente pelas absorções de radiação de ondas longas, entre  $\lambda = 3 \mu\text{m}$  e  $\lambda = 200 \mu\text{m}$ , que são emitidas pela superfície terrestre aquecida pela absorção da radiação solar de ondas curtas, entre  $\lambda = 0,2 \mu\text{m}$  e  $\lambda = 3 \mu\text{m}$ . Dessa forma, a superfície do solo é considerada uma fonte de calor para a troposfera.

### 3.5.2 Tropopausa

É a região de transição entre a troposfera e a estratosfera, sendo caracterizada, principalmente pela isoterma. “Nas latitudes médias a temperatura da tropopausa varia de  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , e sua espessura é da ordem de 3 km” (VIANELLO e ALVES, 2000, p. 31).

### 3.5.3 Estratosfera

Com um limite superior de aproximadamente 50 km de altitude, nessa camada, a temperatura cresce, atingindo no topo, valores que se aproximam de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , devido a presença do ozônio, que absorve a radiação ultravioleta nessa região.

Na estratosfera praticamente não existem movimentos atmosféricos verticais, devido ao perfil estável de temperatura nessa camada, caracterizado como sendo “frio” por baixo e “quente” por cima, impossibilitando a formação de correntes convectivas.

### 3.5.4 Estratopausa

Possuindo uma espessura média de 3 km a 5 km de altitude, é a região de transição entre a estratosfera e a mesosfera. Quanto à temperatura, é caracterizado pela isoterminia, com valores em torno de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Em relação a composição química, observa-se na

estratopausa “uma queda acentuada na concentração de oxigênio molecular” (VIANELLO e ALVES, 2000, p. 32).

### **3.5.5 Mesosfera**

Nessa camada, a temperatura cai a uma taxa de 3,5 °C/km, atingindo no seu topo, a uma altitude de 80 km, o valor médio mais baixo registrado em toda a atmosfera: 90 °C negativos.

Quanto à sua composição, embora a proporção existente entre nitrogênio e oxigênio seja considerada constante, a partir da base, a presença de moléculas torna-se cada vez mais rara, com os elementos mais frequentemente sendo encontrados em suas formas monoatômicas. “O vapor d’água e o CO<sub>2</sub> praticamente já não existem mais a partir dos 60 km aproximadamente” (VIANELLO e ALVES, 2000, p. 32).

Na mesosfera são observadas as auroras. Elas estão diretamente relacionadas com a existência de íons e partículas elétricas (fótons e elétrons) em quantidades razoáveis, e que são provenientes do Sol. Ao se aproximarem da Terra, essas partículas são atraídas pelo seu campo magnético, e quando adentram a atmosfera, chegando até a mesosfera, elas se chocam com átomos de oxigênio e nitrogênio presentes nessa camada. Essas colisões produzem radiação de vários comprimentos de onda, gerando as cores que são típicas das auroras, em tonalidades fortes e cintilantes, e que podem se estender por até 2 km.

### **3.5.6 Mesopausa**

É a região de transição entre a mesosfera e a termosfera. Possui uma espessura média de 10 km, com limites entre 80 km e 90 km de altitude. É caracterizada pela isotermia.

### **3.5.7 Termosfera**

Na termosfera há um crescimento contínuo da temperatura média do ar com a altitude. Em razão da rarefação do ar, a noção de temperatura torna-se imprecisa, com valores variando entre 500 K e 2 000 K, dependendo da atividade solar e da hora do dia (VIANELLO e ALVES, 2000). “Essas temperaturas não são medidas diretamente, mas estimadas a partir da pressão e da massa específica, já que o grau de rarefação local não

possibilita o uso de processos termométricos convencionais” (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 110).

### 3.5.8 Ionosfera

“Em decorrência da fotodissociação, a concentração de íons aumenta com a altitude na atmosfera superior, advindo daí o termo ionosfera a ela aplicado. A ionização começa a ocorrer por volta de 60 km de altitude” (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 110).

A considerável quantidade de átomos e moléculas ionizados, bem como dos elétrons livres, é explicada pela ação fotoquímica da radiação solar de baixo comprimentos de onda. Devido a essa composição, a ionosfera possui a propriedade de refletir eficientemente ondas de rádio até aproximadamente 30 MHz.

### 3.5.9 Exosfera

Situada logo acima da ionosfera, medindo de 600 km a 1 600 km de espessura, a exosfera é a camada mais externa da atmosfera, representando a zona de transição com o espaço exterior. “Extremamente rarefeita, composta de 50% de hidrogênio e 50% de hélio, possui temperaturas em torno de 1000 °C, devido à grande presença de plasma” (SILVA, CHAVES e LIMA, 2009a, p.13).

A Terra possui, ainda, duas camadas exteriores. São os *cinturões de radiação de Van Allen*; o mais próximo, situa-se a cerca de 3600 km de altitude acima do equador magnético terrestre (VILA, 1871 apud VAREJÃO-SILVA, 2006).

Esses cinturões se compõem de partículas subatômicas dotadas de elevada energia, principalmente elétrons. Os cinturões magnéticos de Van Allen protegem a superfície terrestre do incessante bombardeio de raios cósmicos vindos do espaço, altamente nocivos aos seres vivos (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 111).

## 3.6 Trocas de calor na atmosfera

O “calor é a energia trocada entre um sistema e o ambiente devido a uma diferença de temperatura” (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016, p. 198). A troca de calor provoca alteração no estado dos sistemas, mesmo não recebendo ou realizando trabalho. O calor depende do processo de troca térmica, não sendo uma função de estado, e por isso, a troca infinitesimal de calor ( $dq$  ou  $\delta q$ ), não é a diferencial de uma função. Sendo

uma forma de energia em trânsito que pode ser convertida em trabalho e vice-versa, convencionou-se como positiva a quantidade de calor recebida por um sistema, e como negativa a que ele cede.

A fonte primária de energia para a atmosfera terrestre receber energia é o Sol, através da radiação de onda curta, radiação de onda longa, calor sensível e calor latente.

A quantidade total de energia trocada entre a atmosfera e o meio com o qual está em contato, como superfície do solo, águas oceânicas e espaço exterior, dar-se através de um processo diabático: recebendo ou cedendo calor desse meio.

No verão, a temperatura na atmosfera é menor que na superfície dos continentes, significando que a superfície irá agir como fonte de calor, fornecendo calor para a atmosfera. Entretanto, em outras regiões, a atmosfera se mostra mais aquecida que a superfície, havendo a formação de sumidouros de calor. “Dependendo da distribuição das fontes e desses sumidouros de calor, as propriedades termodinâmicas da atmosfera irão se modificar, e tais modificações provocarão variações no tempo e no clima de um determinado ecossistema” (SILVA, CHAVES e LIMA, 2009c, p.2).

## 3.7 Radiação solar

### 3.7.1 Radiação

Denomina-se radiação ou energia radiante, a energia que se propaga sem a necessidade da existência de um meio material. “O termo radiação é igualmente aplicado para designar o próprio processo de transferência desse tipo de energia” (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 165).

A energia radiante ora apresenta um comportamento corpuscular (fóton), ora apresenta um comportamento de onda eletromagnética, sendo que na escala subatômica, esses dois comportamentos coexistem e se complementam. No entanto, interessa no momento, o aspecto ondulatório da radiação, caracterizada pelo comprimento de onda  $\lambda$  ou pela frequência de oscilação  $\nu$ .

Sendo o produto do comprimento de onda  $\lambda$  pela frequência  $\nu$  da radiação igual a velocidade de propagação da luz no vácuo, que é dada pela expressão:

$$c = \nu \cdot \lambda, \quad (3.7.1)$$

com  $c = 2,997925 \cdot 10^{10}$  cm/s, pode-se facilmente transformar frequência em comprimento de onda e vice-versa.

### 3.7.2 Intensidade de radiação

Sendo  $\varphi$ ,  $\theta$  e  $r$ , as coordenadas esféricas de um ponto genérico posicionado na superfície de uma esfera (Fig. 9), um elemento infinitesimal dessa superfície é dado por:

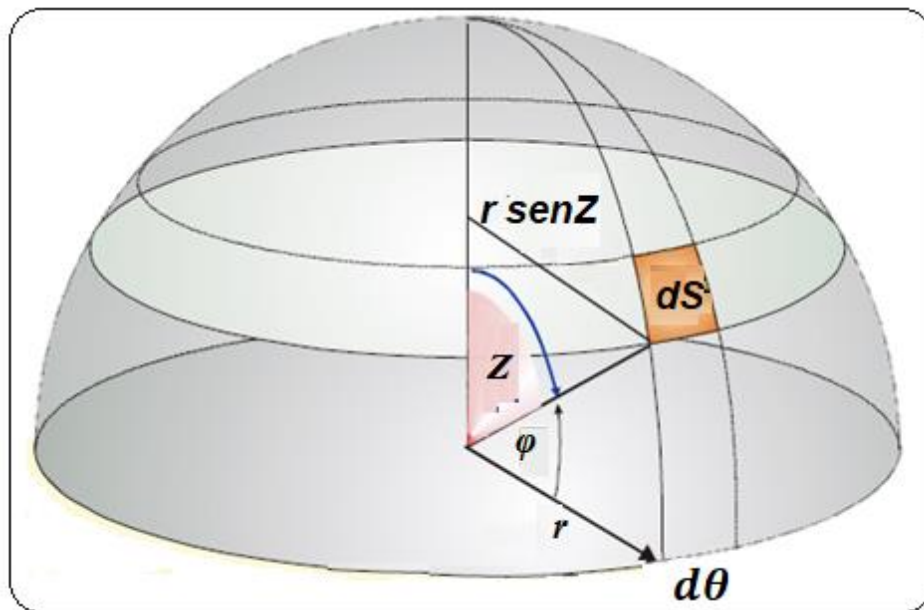
$$dS = (r \cos\varphi d\theta)(r d\varphi) = r^2 \cos\varphi d\varphi d\theta \quad (3.7.2)$$

Considere um observador no centro de uma esfera transparente, a abobada celeste, em cuja superfície é projetado o disco solar. Como pode ser visto na Fig. 9, o elemento de área  $dS$  do disco subentende um elemento de ângulo sólido  $d\omega$  dado por ( $Z = \varphi - 90^\circ$ ):

$$d\omega = dS/r^2 = \cos\varphi d\varphi d\theta = \text{sen } Z dZ d\theta \quad (3.7.3)$$

O ângulo sólido  $\omega$ , que está subentendido pela área  $S$ , situado na esfera de raio  $r$ , representa a projeção daquela área sobre outra esfera de raio unitário, concêntrica à primeira (VAREJÃO-SILVA, 2006).

**Figura 9:** Elemento infinitesimal de área  $dS$  localizado na superfície de uma esfera de raio  $r$ .



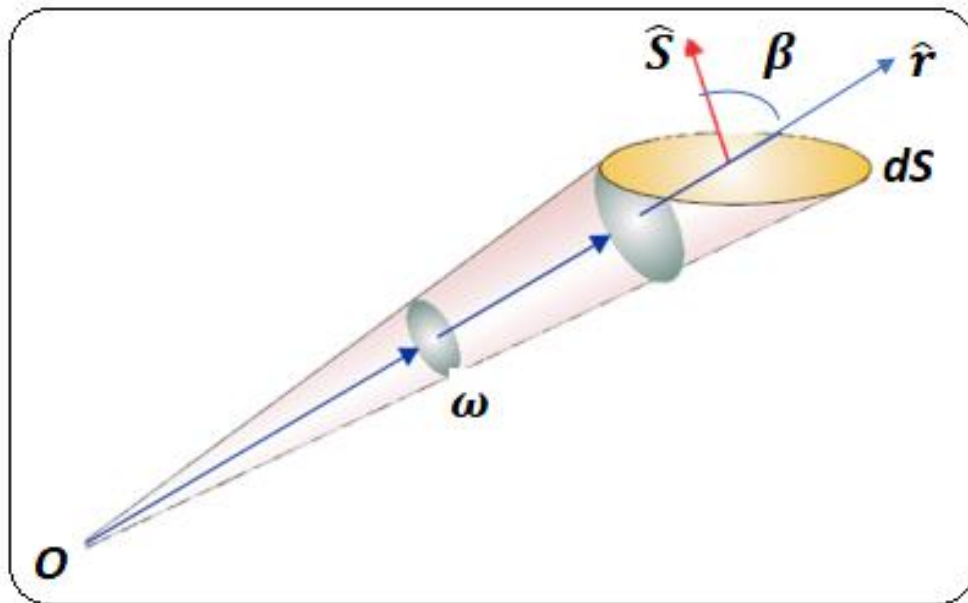
Fonte: Adaptado de Varejão-Silva (2006).

Quando o elemento de área  $dS$  não se encontra na esfera em cuja a origem  $O$  está o observador, como pode ser visto na Fig. 10, é preciso levar em consideração não  $dS$ , mas sua projeção  $dA$  sobre essa esfera. Considerando  $\hat{S}$  o versor perpendicular ao elemento de área  $dS$  e  $\hat{r}$ , o versor perpendicular à  $dA$ , tem-se:

$$dA = (\hat{S} \cdot \hat{r})dS = dS \cos\beta \quad (3.7.4)$$

onde  $\beta$  é o ângulo entre os dois versores. O elemento de área  $dA$  subentende o mesmo ângulo  $d\omega$  que  $dS$  (Fig.10).

**Figura 10:** Elemento de ângulo sólido  $d\omega$  subtendido pelo elemento de área  $dS$ , visto por observador em  $O$ .



Fonte: Adaptado de Varejão-Silva (2006).

A unidade de ângulo sólido é o esterorradiano  $st$ . Dessa forma um hemisfério, cuja área é  $2\pi R^2$ , representa um ângulo sólido de  $2\pi st$ , pois:

$$\varpi = \frac{A}{r^2} = \frac{2\pi r^2}{r^2} = 2\pi st \quad (3.7.5)$$

Assim, é possível definir a intensidade da energia radiante  $I_e$  como o fluxo de radiação  $dF_e$  por ângulo sólido. Logo:

$$I_e = \frac{dF_e}{d\varpi} \quad (3.7.6)$$

Ainda é possível introduzir a grandeza chamada de radiância  $L_e$ , que traduz a intensidade de energia por unidade de área normal à direção da propagação, como:

$$L_e = \frac{dI_e}{dA} = \frac{d^2F_e}{dS \cos\beta d\omega} \quad (3.7.7)$$

### 3.7.3 Radiação solar no topo da atmosfera

A radiação solar que atinge o topo da atmosfera da Terra é oriunda da região da fotosfera solar. A fotosfera é uma camada tênue com aproximadamente 300 km de espessura e temperatura superficial da ordem de 5 800 K. No entanto, devido a influência da cromosfera e da coroa, que são as camadas externas do Sol, com pontos quentes e frios, além das erupções solares, essa radiação não se apresenta com regularidade (SILVA, CHAVES e LIMA, 2009c).

Levando em consideração os comprimentos de onda ( $\lambda$ ) da radiação solar incidente, verificasse que 99% da radiação que chega ao topo da atmosfera ocupa a faixa espectral de  $0,3 \mu\text{m}$  a  $4 \mu\text{m}$ , tendo uma máxima densidade espectral em  $0,5 \mu\text{m}$ .

Três faixas são definidas no espectro da radiação solar de absorção e reflexão nos diversos meios materiais: a primeira é a radiação ultravioleta ( $\lambda < 0,4\mu\text{m}$ ); a segunda, o espectro do visível ( $0,4\mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,7\mu\text{m}$ ); e a terceira, o espectro infravermelho ( $\lambda > 0,7\mu\text{m}$ ).

“A energia solar incidente no meio material pode ser refletida, transmitida e absorvida. A parcela absorvida dá origem, conforme o meio material, aos processos de fotoconversão e termoconversão” (SILVA, CHAVES e LIMA, 2009c, p. 8).

É válido salientar que “a radiação solar incidente no topo da atmosfera terrestre varia basicamente com a latitude e o tempo” (VIANELLO e ALVES, 2000, p. 163).

### 3.8 Circulação atmosférica e massas de ar

#### 3.8.1 Caracterização do vento

Entendido como o ar em movimento, dois parâmetros caracterizam o vento em qualquer ponto da atmosfera terrestre: direção e módulo da velocidade. Essas são grandezas instantâneas pontuais, uma vez que o escoamento do ar depende das condições atmosféricas, que sempre se modificam no tempo e no espaço.

A direção do vento indica a posição do horizonte aparente do observador a partir do qual o vento parece provir (de onde o vento sopra) e nunca para onde o vento estaria indo (VAREJÃO-SILVA, 2006).

A velocidade do vento (normalmente expressa em m/s ou km/h) na superfície, costuma variar muito com o tempo, caracterizando-se por apresentar intensas oscilações, cuja rapidez e amplitude estão relacionadas com a turbulência (estado de agitação do ar).

O vetor velocidade do ar é representado por:

$$\vec{V} = u \vec{i} + v \vec{j} + w \vec{k} \quad (3.8.1)$$

Para oscilações horizontais do ar, a componente horizontal do vetor velocidade do ar será dado por:

$$\vec{V}_z = u \vec{i} + v \vec{j} \quad (3.8.2)$$

“[...] Uma variação brusca na velocidade do vento, chama-se rajada. Em geral, a rajada é acompanhada por uma variação, igualmente brusca, na direção. O vento à superfície normalmente apresenta rajadas [...]” (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 260).

Ainda é importante destacar que, no estudo dos movimentos atmosféricos, duas camadas devem ser levadas em consideração, em virtude do tipo de escoamento do ar, que é observado em cada uma dessas regiões. A primeira delas é denominada de Camada-Limite Planetária, que se estende do solo terrestre até 2 a 3 km de altura, concentrando 10% da massa total da atmosfera, com uma espessura que é variável, em decorrência da rugosidade da superfície (VIANELLO e ALVES, 2000).

Como a força de atrito aumenta à medida que o escoamento aproxima-se da superfície da Terra, o perfil de velocidade do ar inicia-se junto ao solo e aumenta exponencialmente até o limite superior da camada-limite planetária. A forma do perfil do vento depende, além da rugosidade do solo, do gradiente de temperatura à superfície e do módulo da velocidade do ar. Em superfícies pouco rugosas, como solo gramado, a velocidade do vento praticamente se anula junto ao solo. Em regiões de vegetação mais desenvolvida a velocidade se anula não junto ao solo propriamente, mas, sim a uma altura “D” acima da superfície, sendo este deslocamento representativo da altura média das plantas (VIANELLO e ALVES, 2000, p. 228-229).

Na segunda região, a Atmosfera Livre, as forças viscosas se anulam, fazendo com que o escoamento não sofra os efeitos do atrito (VIANELLO e ALVES, 2000).

### 3.8.2 Massas de ar

As variações de temperatura acabam influenciando o ar atmosférico local, gerando propriedades e movimentos que são bastante característicos. Quando esse ar estaciona ou se desloca de forma lenta por vários dias ou semanas sobre uma região extensa e uniforme, acaba adquirindo determinadas características que dependem das propriedades da superfície sob esse ar.

Assim, o ar mais frio que estar sobre a superfície, será aquecido, e o calor irá ser transferido para cima, formando uma camada de ar de vários quilômetros de espessura. Já o ar estacionado sobre o oceano se torna progressivamente mais úmido.

Denomina-se *massa de ar*, a região na qual o ar existente possui propriedades semelhantes em toda a sua extensão. Em cada nível, ao longo de grandes distâncias horizontais, a temperatura e a umidade possuem praticamente os mesmos valores.



Para que uma massa de ar adquira propriedades uniformes, é necessário que permaneça mais ou menos durante certo número de dias sobre uma grande região, cuja superfície tenha, também, características bastante uniformes. Essa região é chamada de região de origem da massa de ar (SILVA, CHAVES e LIMA, 2009b, p. 2).

### **3.8.3 Circulação global**

As diferenças no balanço de radiação, bem como a heterogeneidade da superfície terrestre, produzem variações no campo de pressão, dando origem ao deslocamento do ar atmosférico, havendo a transferência de energia térmica das regiões de maior ganho de energia para aquelas de menor ganho.

*Circulação global* da atmosfera se refere ao comportamento médio, durante um certo número de dias, do deslocamento do ar ao redor do planeta.

### **3.8.4 Circulação local**

Trata-se do movimento do ar localizado, em decorrência de aspectos geográficos locais. Mesmo fazendo referência a um sistema local, também depende das trocas de calor e heterogeneidade nos campos de temperatura e de pressão. (SILVA, CHAVES e LIMA, 2009b).

## **CAPÍTULO 4**

### **4 DESCRIÇÃO E APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL**

Neste capítulo será apresentado o produto educacional que é tema dessa dissertação, fazendo-se uma explanação sobre o mesmo, com destaque para as atividades desenvolvidas durante sua implementação.

#### **4.1 Definição do produto educacional**

Trata-se de uma sequência didática que faz uso do jogo virtual educacional **Viagem Na Atmosfera Terrestre**, cuja apresentação está presente no Capítulo 2 dessa dissertação, desenvolvido com a finalidade de enfatizar os conceitos das grandezas físicas *massa, volume, peso, densidade, pressão, altitude, temperatura, calor e umidade*.

Tais grandezas, essenciais para a compreensão dos fatos do cotidiano, estão presentes em situações e fenômenos relacionados ao estudo da atmosfera terrestre, conteúdo que deve ser ministrado na 6ª ou 7ª série do Ensino Fundamental II (anos finais).

Para maiores detalhes sobre o produto educacional, recomenda-se a leitura do Apêndice A.

#### **4.2 Etapas da sequência didática**

A sequência didática tem o objetivo de fazer com que os alunos consigam entender a importância e a necessidade da utilização dos conceitos físicos das grandezas explicitadas anteriormente, na explicação de problemas relacionados às situações presentes na atmosfera terrestre e ligados ao cotidiano.

É composta basicamente por duas etapas, cujo desenvolvimento foi baseado na sugestão de sequência didática presente no produto educacional, seguindo os passos indicados no texto do Apêndice A, juntamente com a aplicação de questionários estruturados utilizados na realização de pesquisas com os professores e alunos, como será visto a seguir.

##### **4.2.1 Primeira etapa**

Corresponde às aulas expositivas dialogadas de revisão dos conteúdos relacionados à atmosfera terrestre, como sua definição, propriedades, composição e

características das camadas, e de apresentação e definição dos conceitos das grandezas físicas massa, volume, densidade, peso, altitude, temperatura, calor e umidade, necessários à compreensão de fenômenos naturais e outros eventos ligados ao estudo dessa faixa do Planeta Terra.

Importante destacar o papel de mediador das discussões e questionamentos dos temas de estudo, a ser desempenhado pelo professor, viabilizando a facilitação do processo de ensino e aprendizagem, que deve ser dotado de significado, com os alunos participando ativamente da construção do conhecimento.

Para as aulas de revisão, é utilizada uma apresentação de *slides* do *Microsoft PowerPoint* que contem animações que simulam o funcionamento e comportamento das camadas da atmosfera terrestre, evidenciando características e fenômenos relacionados a certas grandezas físicas, tais como densidade, altitude, temperatura e pressão.

Embora algumas grandezas físicas já possam ser trabalhadas na aula de revisão sobre a atmosfera terrestre, a introdução e discussão dos seus conceitos é feita através do estabelecimento de um problema, fazendo com que os alunos se envolvam com diferentes formas de resolver a situação, proporcionando a construção do entendimento sobre os conhecimentos científicos.

Assim, os alunos são desafiados a expressar seu ponto de vista sobre o entendimento das seguintes perguntas:

- O que faz um barco a vela se movimentar sobre as águas do mar?
- O que são as ilhas de calor?
- A pressão atmosférica aumenta ou diminui com altitude?
- Como ocorre o efeito estufa na Terra?

Para cada uma dessas perguntas, existe uma animação/simulação, presente em uma apresentação de *slides* do *Microsoft PowerPoint*, que reproduz a situação real descrita ou relacionada a cada questão.

A partir dessa provocação e da consequente discussão por parte dos alunos a respeito desses questionamentos, o professor mediador deverá fazer intervenções, mas sem dar as respostas, estimulando a capacidade de raciocínio, construindo de forma coletiva e participativa as definições das grandezas físicas presentes nos fenômenos relacionados ao estudo da atmosfera.

Em seguida, o professor apresentará a definição científica dessas grandezas físicas, que está disponível em uma apresentação de *slides* do *Microsoft PowerPoint*,

possibilitando que os alunos possam compreender plenamente as explicações para os desafios que foram propostos.

Essa primeira etapa é essencial para o prosseguimento da sequência didática, pois o estudo da atmosfera terrestre, é um pré-requisito para a aplicação do jogo.

#### 4.2.2 Segunda etapa

Esse é o ponto central da aplicação do produto educacional, na qual é utilizada a aprendizagem baseada em jogos digitais, com o jogo virtual “**Viagem Na Atmosfera Terrestre**”, possibilitando que os alunos participassem ativamente do processo de ensino e aprendizagem, em um ambiente que simula situações existentes na atmosfera do Planeta Terra que requerem a utilização de conceitos físicos para sua satisfatória compreensão.

Isso mostra que é possível a criação de ambientes virtuais de ensino adaptado às características requeridas pelo conteúdo abordado, bem como do público-alvo, somado às vantagens que os jogos trazem consigo, tais como estratégia e raciocínio, entusiasmo, concentração, motivação, entre outros.

As atividades constantes na execução da segunda etapa da aplicação do produto educacional, são as seguintes:

1. **Apresentação do jogo** – Com destaque para seu enredo e tutorial, objetivando fazer com que os alunos possam incorporar a personagem do jogo e se sintam motivados a superar todos os desafios propostos ao longo das fases.
2. **Estabelecimento de uma competição** – Divisão dos alunos em grupos que devem participar de uma competição. Após a divulgação das regras da competição, a mesma deve ser iniciada, com a realização de duas partidas. O objetivo é fazer com que os alunos respondam as perguntas e realizem as missões, a partir da questão-problema sobre eventos da atmosfera terrestre, com o uso dos conceitos físicos. É válido destacar que cada uma das sete fases do jogo, foi pensada para dar ênfase a determinados conceitos físicos, de modo que os alunos compreendam sua relevância para solucionar a questão-problema, encontrando a resposta correta das perguntas, e realizando as missões mais facilmente. Após segunda partida é analisado o *ranking* final do jogo, com a posterior divulgação da equipe vencedora.

No Apêndice A, são detalhadas para cada fase: a questão-problema, a missão a ser cumprida, com a altitude na qual se deve encontrar o objeto, as grandezas físicas presentes nessa situação a serem enfatizadas e o objetivo a ser atingido.

### **4.2.3 Questionários de pesquisa**

#### **4.2.3.1 Questionário de pesquisa para os professores**

Essa pesquisa foi realizada antes do período da aplicação da sequência didática. Trata-se de um questionário composto por 14 questões, como pode ser visto no Apêndice B. e que teve como público-alvo todos os professores do Ensino Fundamental II das redes municipal, estadual e privada do município de Afonso Bezerra/RN, que lecionam a disciplina de Ciências na 6ª série dessa modalidade de ensino. Com perguntas relacionadas à formação acadêmica e atuação profissional dos entrevistados, a pesquisa objetivou conhecer, sem grandes aprofundamentos, como se dava o ensino de Ciências na 6ª série do Ensino Fundamental II nas escolas do município de Afonso Bezerra/RN.

#### **4.2.3.2 Questionário prévio com os alunos**

Realizado no primeiro dia de aplicação do produto educacional, esse questionário teve o objetivo de verificar como os alunos avaliavam as aulas de Ciências, quais seriam os conteúdos preferidos, se já haviam participado de alguma aula que fez uso de algum tipo de jogo sobre determinado assunto, verificando ainda o que sentiam quando jogavam e se gostavam da ideia de estudar jogando. Composta por cinco perguntas objetivas, esse questionário está disponível no Apêndice C.

#### **4.2.3.3 Questionário pós-aplicação com os alunos**

Constituído por 5 questões objetivas, como pode ser observado no Apêndice D, sua finalidade era de verificar a opinião dos alunos quanto ao fato do jogo ter ajudado ou não a entender os conceitos físicos, como e se esses conceitos foram compreendidos, a importâncias deles para explicar fenômenos do dia a dia, finalizando com o tipo de aula que mais gostavam e a nota que atribuiriam ao jogo.

## **4.3 Público-alvo da aplicação do produto educacional**

Os sujeitos da aplicação dessa proposta são alunos da 6ª série ou 7ª série do Ensino Fundamental II.

A escolha do local no qual o produto deve ser aplicado é feita levando em consideração dois critérios. O primeiro se refere ao pré-requisito dos alunos já terem visto

os conteúdos relacionados ao estudo da atmosfera terrestre. O segundo, é a existência de um laboratório de informática com acesso à internet e computadores com sistema operacional *Windows 7* ou *10* (64 bits), para que o jogo possa funcionar corretamente.

#### **4.4 Recursos materiais**

Para a aplicação dessa proposta de intervenção metodológica, devem ser utilizados computadores (*desktops* ou *notebooks*), nos quais o jogo foi previamente instalado, e um projetor multimídia para auxiliar o professor na execução das aulas expositivas.

#### **4.5 Aplicação do produto educacional**

##### **4.5.1 Definição do local de aplicação**

O produto educacional foi aplicado em uma turma da 6ª série do Ensino Fundamental II, no turno vespertino, do Educandário Nossa Senhora das Graças, que é uma escola privada localizada na zona urbana do município de Afonso Bezerra/RN. A turma era composta por 16 alunos, na faixa etária de 11 a 12 anos.

É necessário destacar os fatores que determinaram a opção por essa escola para aplicação do produto educacional, que foi pensado para ser executado no laboratório de informática, junto a uma turma na qual já tivesse sido ministrado os conteúdos relacionados ao estudo da atmosfera terrestre.

Constatou-se que em todas as escolas do município de Afonso Bezerra/RN que ofertam o Ensino Fundamental II, as turmas do 6º ano já haviam trabalhado esse conteúdo. No entanto, nessas instituições de ensino, o laboratório de informática era inexistente ou não disponibilizava acesso à internet a seus computadores.

Outro ponto importante a ser ressaltado é o calendário adotado pelas escolas. Cada rede de ensino do município de Afonso Bezerra (pública e privada), possui um calendário próprio, em que os dias letivos são agrupados em quatro bimestres.

Esse, na realidade, tornou-se o fator que influenciou fortemente a opção pela escola da rede privada para aplicação do produto educacional, uma vez que a mesma estava iniciando o 4º bimestre do ano letivo, enquanto que as demais escolas estavam finalizando o 3º bimestre.

E para solucionar o problema do laboratório de informática na escola de aplicação do produto, que não possuía acesso à internet, foram utilizados três *notebooks*, um para cada equipe, e que foram conectados à rede *wifi*.

#### **4.5.2 Momentos relacionados à aplicação**

Essa aplicação foi dividida em momentos, correspondendo ao desenvolvimento das etapas da sequência didática descritas anteriormente, juntamente com os questionários de pesquisa para professores e alunos.

Esses momentos, que serão descritos a seguir, foram executados em três dias, durante as duas primeiras semanas do mês de outubro do ano de 2019, sendo necessárias 6 aulas de 50 minutos cada uma.

##### **4.5.2.1 Primeiro momento – Questionário de pesquisa para os professores**

Correspondeu à pesquisa sobre a formação acadêmica e atuação profissional, com o uso do questionário reproduzido no Apêndice B, que foi realizada com os professores que lecionam a disciplina de Ciências na 6ª série do Ensino Fundamental II, nas escolas das redes privada e pública (municipal e estadual), da zona urbana e da zona rural do município de Afonso Bezerra/RN, realizada uma semana antes da aplicação do produto educacional.

##### **4.5.2.2 Segundo momento – Questionário prévio com os alunos**

Foi realizado no primeiro dia da aplicação do produto educacional, com a participação dos 16 alunos da turma.

##### **4.5.2.3 Terceiro momento – Aulas expositivas dialogadas**

São as aulas de revisão sobre o estudo da atmosfera terrestre e apresentação das grandezas físicas e definição de seus conceitos científicos

A aula de revisão teve início a partir do questionamento junto aos alunos sobre o que é a atmosfera, para em seguida ser feita uma retomada desse conteúdo, destacando a caracterização das camadas, altitude, temperatura, composição e funcionamento dessa região do nosso Planeta, tendo como auxílio animações e simulações presentes em uma

apresentação de *slides* do *Microsoft PowerPoint*, denominada de “Revisão das Camadas da Atmosfera”, disponível no *link* abaixo e no Apêndice A.

*Link*: [https://drive.google.com/open?id=1-eSfrKOQZaLoG\\_mA7hAUW2Wq4xaa6g-Z](https://drive.google.com/open?id=1-eSfrKOQZaLoG_mA7hAUW2Wq4xaa6g-Z)

A Fig. 11 exemplifica umas das animações utilizadas para nortear a aula de revisão, promovendo a discussão e o diálogo, necessários para atingir os objetivos pretendidos.

**Figura 11:** Simulação do funcionamento da troposfera.



Fonte: *Print Scream* do *Microsoft PowerPoint* (2019).

Após a revisão, procedeu-se a apresentação das grandezas físicas presentes no estudo da atmosfera terrestre.

Foi utilizada a estratégia da problematização, através de quatro perguntas que foram colocadas como desafios, conforme visto anteriormente, com o objetivo de destacar as grandezas físicas massa, volume, peso, densidade, altitude, temperatura, calor e umidade, que são fundamentais para o entendimento de fenômenos na atmosfera terrestre.

Esses desafios foram apresentados com o auxílio de animações que simulam eventos concretos do cotidiano, em uma apresentação de *slides* do *Microsoft PowerPoint*, reproduzida no Apêndice E, e que também pode ser acessado através do seguinte *link*:

*Link*: [https://drive.google.com/open?id=1bLH6VY2FrRBBJzX\\_1368J6k7IwRhtz5R](https://drive.google.com/open?id=1bLH6VY2FrRBBJzX_1368J6k7IwRhtz5R)

Em seguida, foi enfatizado o conceito científico das grandezas físicas citadas anteriormente, sendo que inicialmente foi discutido brevemente o que estuda a Física, o que é um fenômeno e o que são as chamadas grandezas físicas, fazendo-se ainda uma





**Figura 13:** Formação das equipes.



Fonte: Compilação do autor (2019).

Foram formadas três equipes, sendo que aquela que fizesse a maior pontuação, que corresponde ao número de perguntas respondidas corretamente, seria considerada a campeã. O menor tempo gasto para cumprir as missões, seguido do número de naves alienígenas abatidas, foram os critérios de desempate.

As atividades que fizeram parte desse momento, a saber apresentação do jogo, estabelecimento das regras da competição e formação das equipes, tiveram o tempo de duração de 1 aula de 50 minutos.

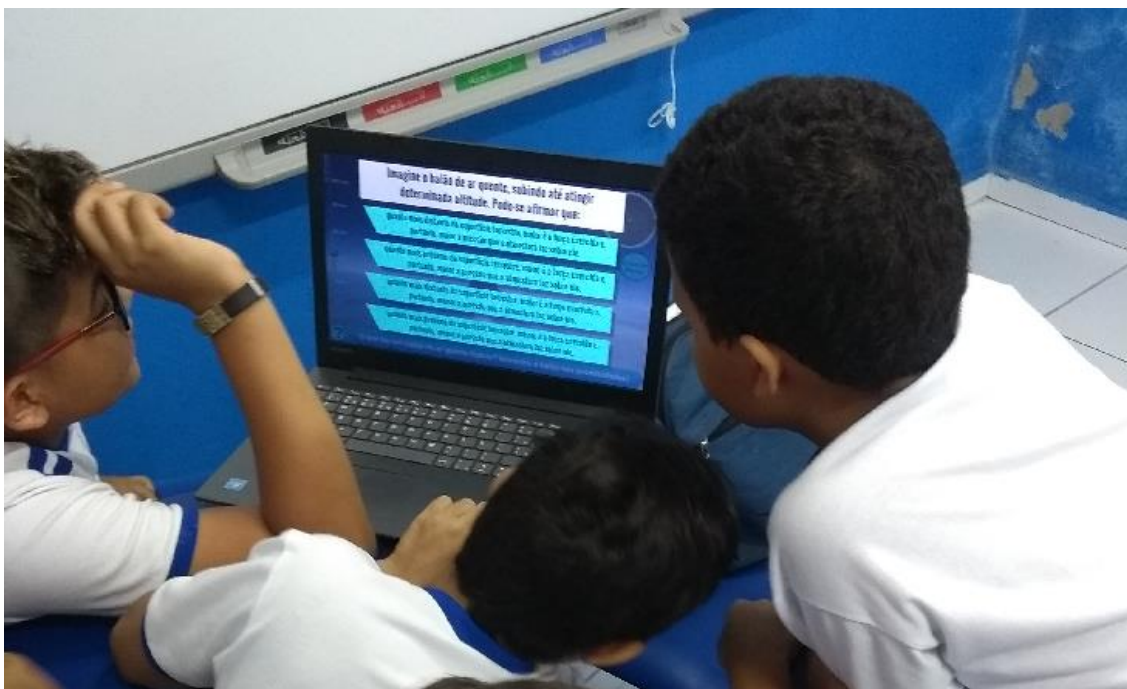
As orientações para a instalação do jogo, cujo arquivo executável pode ser obtido através de um *link*, que também é fornecido a seguir, estão presentes no Apêndice A  
 Link: <https://drive.google.com/open?id=1T9tQozsBSZbiAvyMvardSPUXiLkJhdvk>

#### **4.5.2.5 Quinto momento – Aplicação do jogo**

Esse momento tratou do início da competição, com cada equipe respondendo as perguntas, localizando os objetos relacionados à questão-problema proposta em cada fase e eliminando as naves alienígenas inimigas, como pode ser visto na Fig. 14.

Cada equipe realizou duas partidas e em dias diferentes, sendo destinada uma aula de 50 minutos para cada partida.

**Figura 14:** Uma das equipes em ação.



Fonte: Arquivo do autor (2019).

#### 4.5.2.6 Sexto momento – Questionário pós-aplicação com os alunos

Finalizadas as duas partidas, após a análise do *ranking*, e antes do anúncio da equipe vencedora, foi aplicado esse questionário junto aos alunos.

#### 4.5.2.7 Sétimo momento – Finalização da aplicação do produto educacional

Com a análise do *ranking*, após as duas partidas, foi revelada a equipe vencedora, que foi aquela que obteve a maior pontuação, sendo que todas receberam um prêmio simbólico.

#### 4.5.3 Registros em áudio

É necessário destacar que durante todo o período de aplicação do produto educacional foram feitos registros em áudio da turma, com a finalidade de retratar e auxiliar a compreensão dos momentos evidenciados na sequência didática, como será visto no próximo capítulo.

## **CAPÍTULO 5**

### **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste capítulo será dado destaque a apresentação e análise dos resultados da aplicação do produto educacional, que será feita em conformidade com as atividades desenvolvidas nos momentos descritos no capítulo anterior.

#### **5.1 Questionário de pesquisa para os professores**

Participaram dessa pesquisa seis professores de quatro escolas das redes privada e pública, que oferecem o Ensino Fundamental no município de Afonso Bezerra/RN. Três dessas escolas são públicas, duas localizadas na zona urbana e a outra na zona rural, com a da rede privada, situada na zona urbana. Elas ofertam juntas seis turmas do 6º ano do Ensino Fundamental II, com um número médio de 20 alunos por turma.

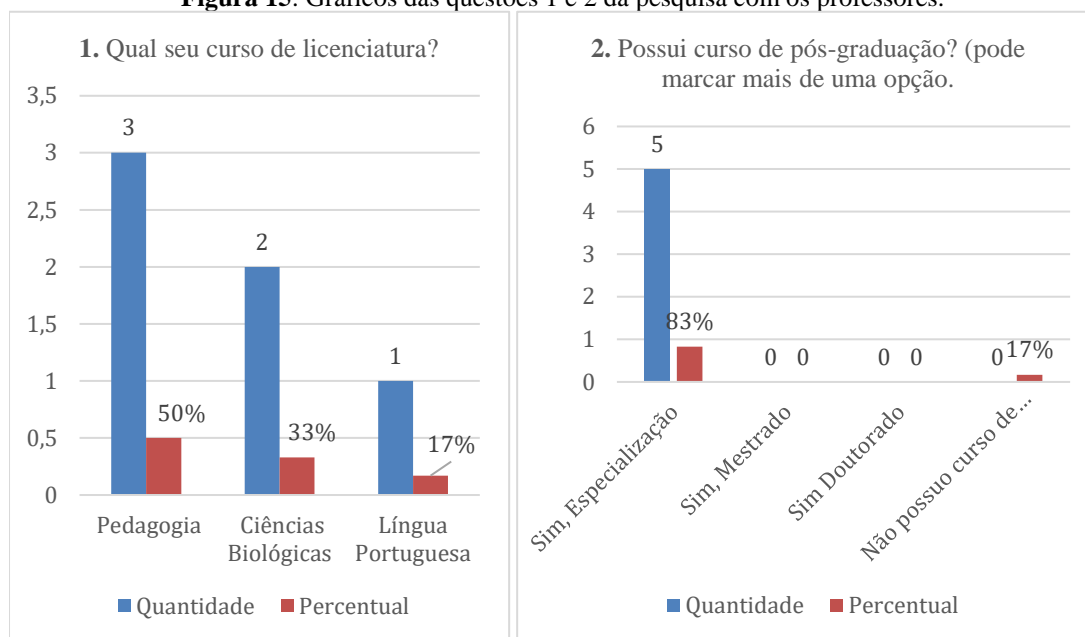
Como pode ser visto no Apêndice B, o questionário de pesquisa é composto por 14 perguntas objetivas, e pretendia conhecer um pouco da realidade do ensino de Ciências na 6ª série do Ensino Fundamental, auxiliando no direcionamento dos passos que seriam tomados na aplicação do produto educacional.

As quatro primeiras perguntas estão relacionadas à formação acadêmica dos professores, com as demais fazendo referência a sua atuação profissional e prática docente.

A seguir, serão apresentados e comentados os resultados dessa pesquisa, na qual para cada pergunta, foi gerado um gráfico ou tabela, com a finalidade de facilitar a compreensão.

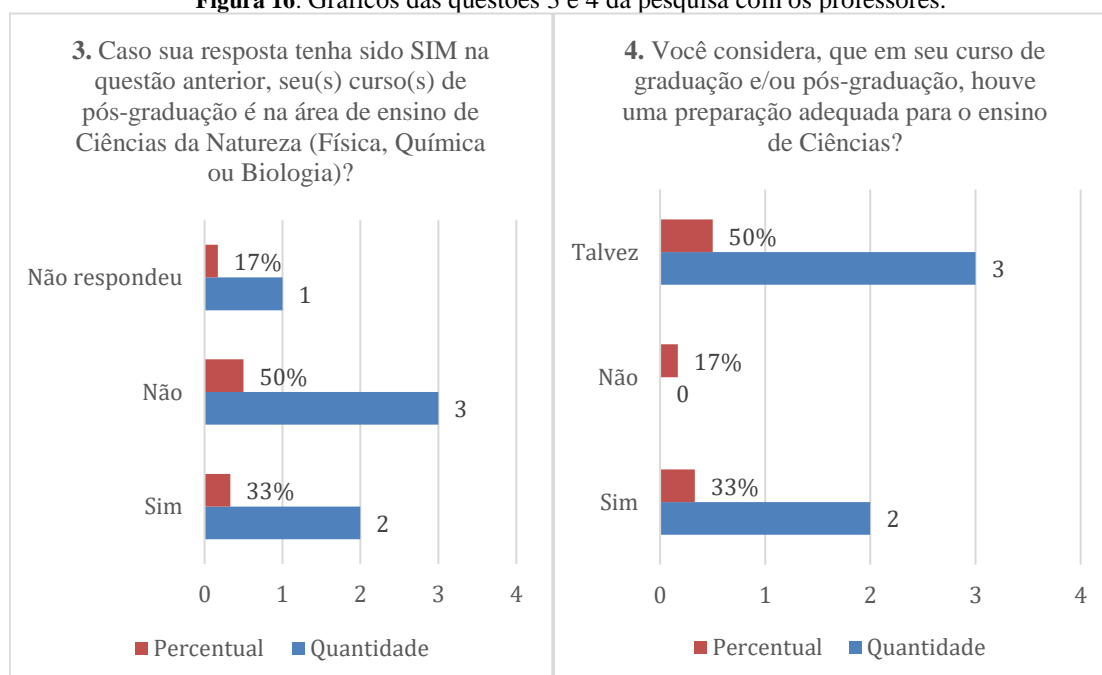
As perguntas 1 e 2 tinham o objetivo de saber o curso de licenciatura de cada professor e se possuíam curso(s) de pós-graduação, respectivamente, cujos resultados são mostrados na Fig. 15.

Como pode ser visto na Fig. 15 (questão 1), dos professores que lecionam a disciplina de Ciências nas escolas do município de Afonso Bezerra/RN, metade não possui formação acadêmica nas áreas de Ciências, o que acaba influenciando na forma como os conteúdos dessa disciplina são repassados aos alunos, sobretudo os conceitos físicos, uma vez que a tendência é que esses profissionais privilegiem ou abordem os conteúdos sob o ponto de vista da disciplina em que possuem formação em nível superior.

**Figura 15:** Gráficos das questões 1 e 2 da pesquisa com os professores.

Fonte: Dados da pesquisa com os professores (2019).

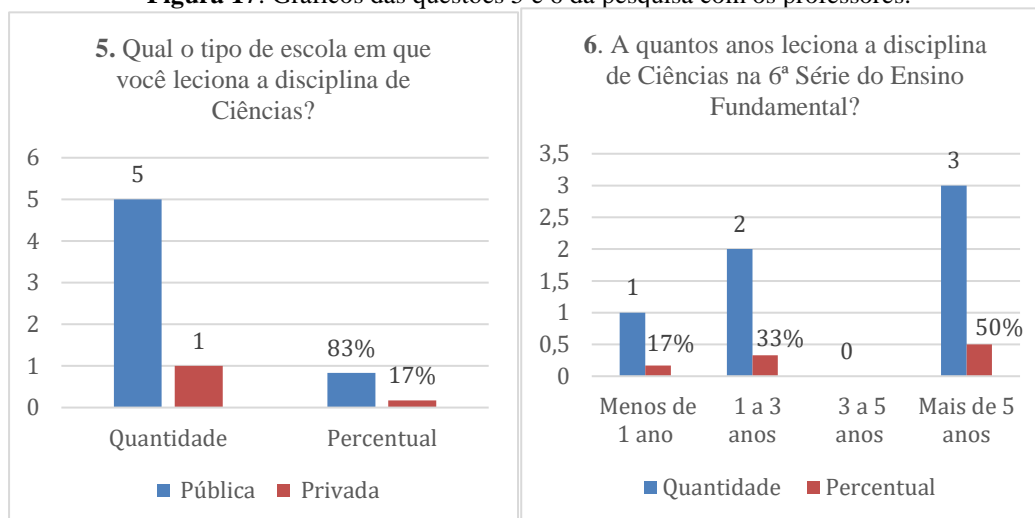
A Fig. 15 mostra ainda que mais de 80% deles possuem curso de pós-graduação em nível de especialização (questão 2). No entanto, para metade dos professores (50%), o curso não é na área de Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia), como pode ser visto na Fig. 16 (questão 3), e em decorrência disso, 50% deles afirmam que tanto o curso de graduação, quanto a pós-graduação, talvez não os tenha preparado adequadamente para o ensino de Ciências (questão 4).

**Figura 16:** Gráficos das questões 3 e 4 da pesquisa com os professores.

Fonte: Dados da pesquisa com os professores (2019).

Como pode ser visto na Fig. 17, quase todos os professores exercem suas atividades docentes nas escolas públicas de Afonso Bezerra/RN (questão 5), com metade deles lecionando a disciplina de Ciências a mais de 5 anos (questão 6).

**Figura 17:** Gráficos das questões 5 e 6 da pesquisa com os professores.

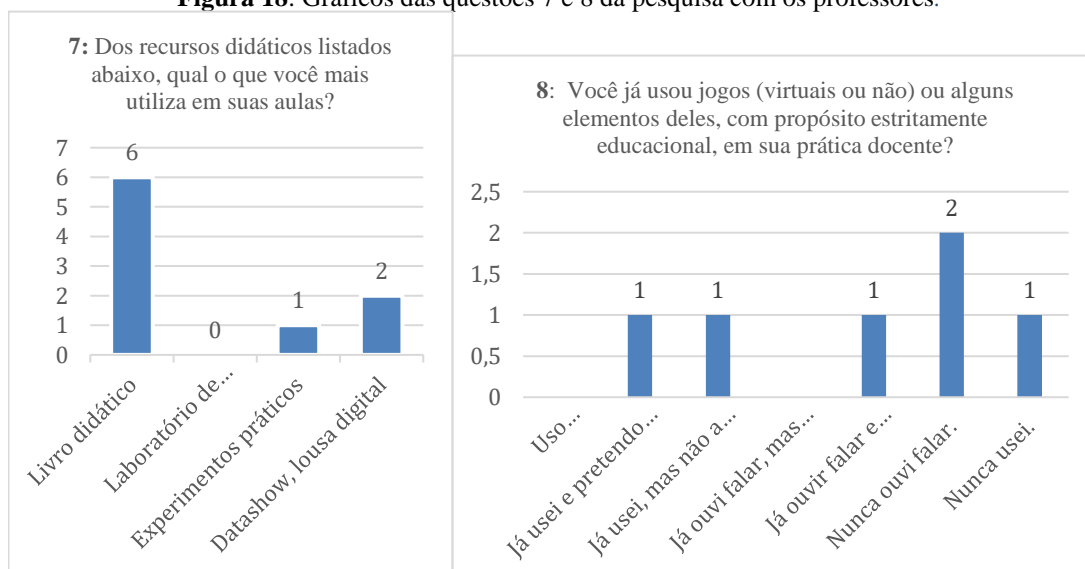


Fonte: Dados da pesquisa com os professores (2019).

A Fig. 17 indica que a maioria dos professores já tem experiência com o Ensino de Ciências, em virtude do tempo que lecionam essa disciplina. Dessa forma, espera-se a implementação de metodologias de ensino e aprendizagem significativas e inovadoras.

No entanto, a Fig. 18 evidencia que todos esses professores se apoiam no livro didático como principal recurso metodológico (questão 7). Apenas dois deles afirmam usar alguma ferramenta tecnológica para auxiliar suas aulas. Interessante notar que apenas um deles já usou e atestou a eficiência da utilização de jogos com propósito educacional em suas aulas (questão 8).

**Figura 18:** Gráficos das questões 7 e 8 da pesquisa com os professores.



Fonte: Dados da pesquisa com os professores (2019).

Quanto à ênfase que esses profissionais dão aos conceitos das grandezas físicas (Questão 9), metade deles afirmam que os abordam de forma esporádica, pois os livros didáticos, de acordo com eles, tratam pouco. Mais uma vez, nota-se a grande importância dada ao livro didático em sala de aula, como pode ser visto na Tabela 2.

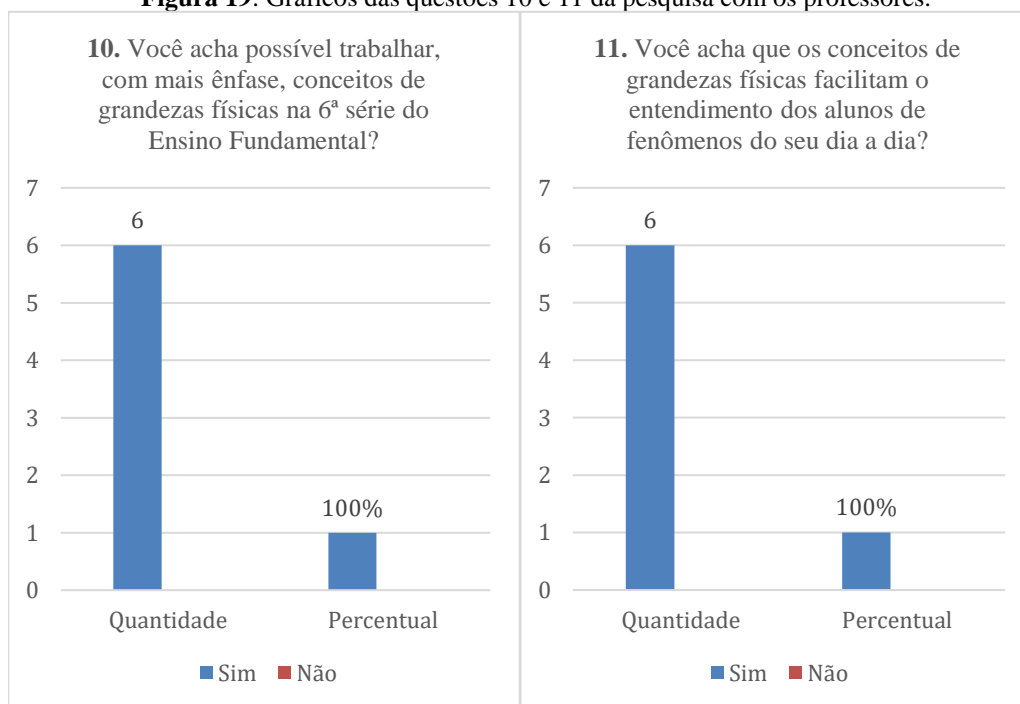
**Tabela 2:** Respostas dos professores à pergunta 9 do questionário.

9. Você enfatiza os conceitos de grandezas físicas em suas aulas?	Quantidade
A) Sim, constantemente, pois estão sempre presentes nos conteúdos ministrados.	2
B) Sim, de forma esporádica, pois os conteúdos tratam pouco desses conceitos	3
C) Não, pois os conteúdos atualmente abordam esses conceitos muito superficialmente.	1
D) Não, pois não os considero adequados ao nível dos meus alunos.	0
E) Não, a duração da aula não permite dar maior destaque a esses conceitos.	0

Fonte: Dados da pesquisa com os professores (2019).

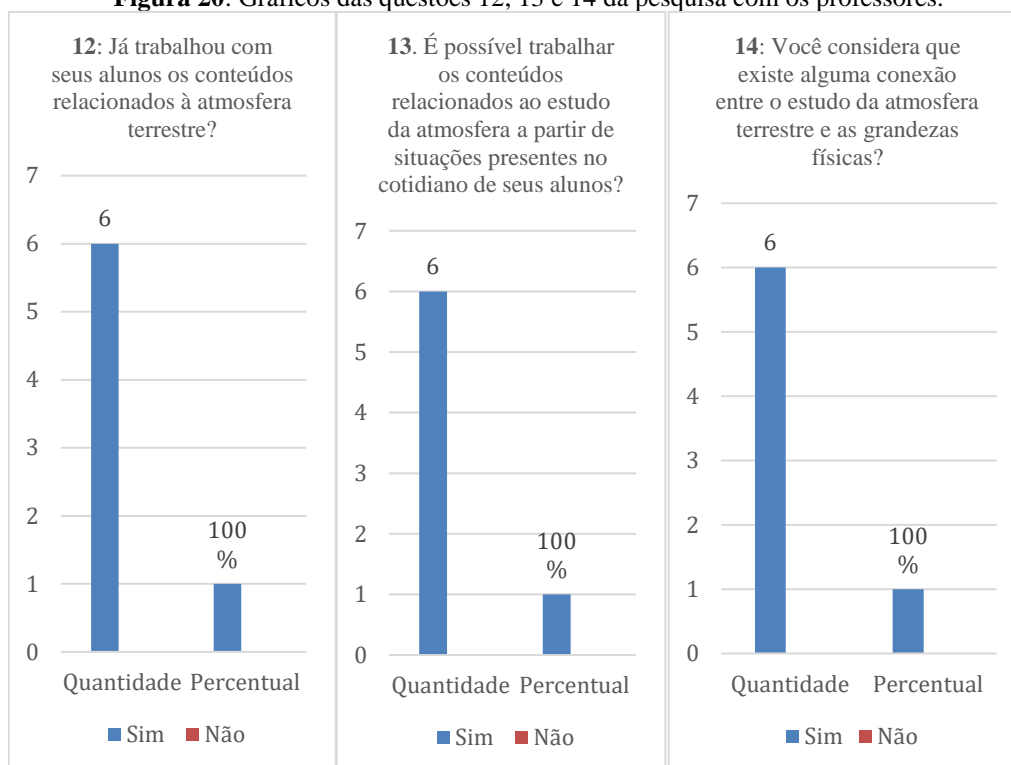
Contudo, todos os professores concordam que os conceitos das grandezas físicas podem ser trabalhados com um maior destaque já na 6ª série do Ensino Fundamental, uma vez que eles podem facilitar a compreensão dos fenômenos do cotidiano. A análise da Fig. 19 permite chegar a essa conclusão.

**Figura 19:** Gráficos das questões 10 e 11 da pesquisa com os professores.



Fonte: Dados da pesquisa com os professores (2019).

As três últimas perguntas do questionário pretendiam verificar se os professores já haviam ministrado o conteúdo sobre a atmosfera terrestre, e se o mesmo poderia ser trabalhado a partir de situações presentes no cotidiano dos alunos, questionando ainda se havia alguma relação entre os conceitos das grandezas físicas e o estudo da atmosfera. Os resultados são mostrados na Fig. 20.

**Figura 20:** Gráficos das questões 12, 13 e 14 da pesquisa com os professores.

Fonte: Dados da pesquisa com os professores (2019).

Como pode ser visto na Fig. 20, todos os professores já haviam ministrado o conteúdo relacionado ao estudo da atmosfera terrestre (questão 12), significando que, independentemente da escola na qual fosse aplicado o produto educacional, seria necessário apenas fazer uma revisão.

Ainda é possível concluir que todos os professores acreditam que é possível trabalhar o conteúdo da atmosfera terrestre a partir de situações do cotidiano (questão 13), conectando-os com as grandezas físicas presentes nesses eventos (questão 14).

## 5.2 Questionário prévio com os alunos

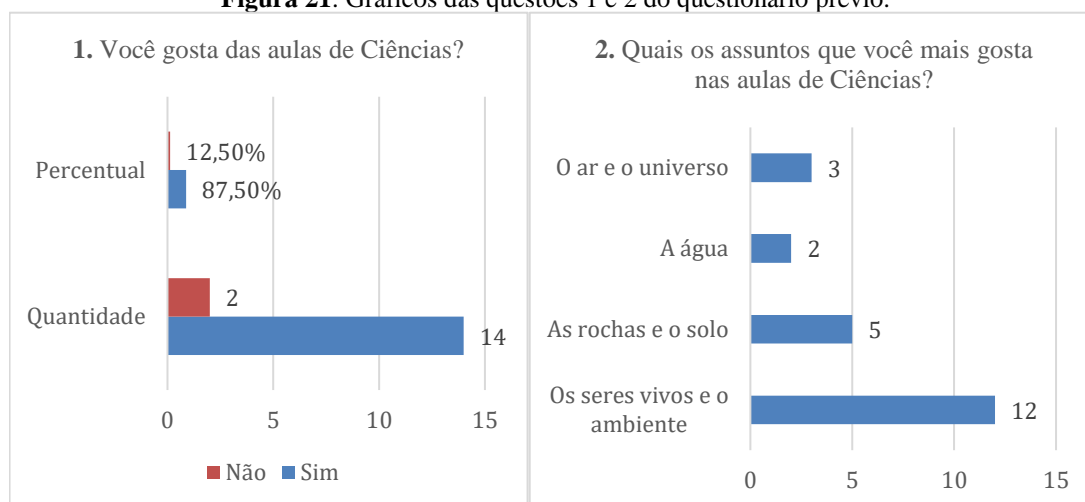
O questionário prévio contou com a participação dos 16 alunos da turma na qual foi aplicado o produto educacional. Esse foi o primeiro momento com esses alunos, tendo uma importância fundamental, na medida em que tornou possível entender como os mesmos enxergavam as aulas de Ciências, sinalizando para esses estudantes que os conteúdos dessa disciplina poderiam ser trabalhados com o uso de um jogo, que é uma atividade muito comum no cotidiano dos mesmos.

Composto por 5 perguntas (ver Apêndice C), os resultados desse questionário serão mostrados a seguir, com o auxílio de gráficos.



As questões 1 procurou verificar se os alunos gostavam das aulas de Ciências, enquanto que a questão 2 quais os conteúdos dessa disciplina, conforme orientações dos PCN de Ciências para o Ensino Fundamental, seriam mais interessantes. Os resultados são mostrados na Fig. 21.

**Figura 21:** Gráficos das questões 1 e 2 do questionário prévio.

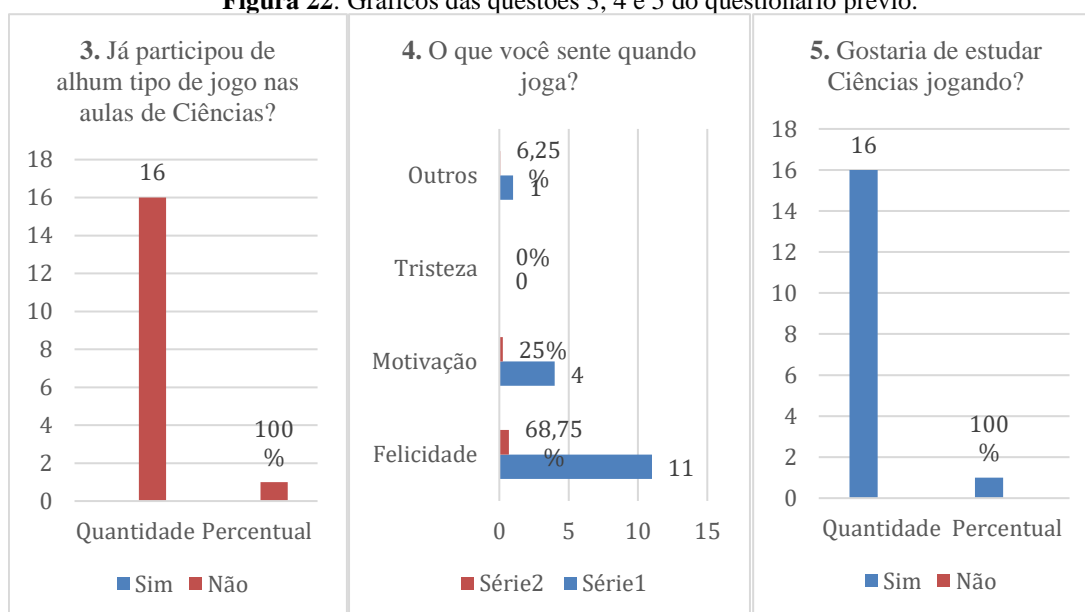


Fonte: Dados do questionário prévio (2019).

Como pode ser visto na figura anterior, quase todos os alunos (87,5%) gostam das aulas de Ciências (questão 1), sendo que os conteúdos preferidos são os que tratam dos seres vivos e meio ambiente, seguido pelo estudo das rochas e o solo (questão 2). Mesmo com os alunos optando por mais de um conteúdo, o estudo do ar e do universo, a princípio não parecia despertar o interesse dos mesmos.

As três últimas perguntas do questionário prévio estavam relacionados à possibilidade do uso de um jogo nas aulas de Ciências (Fig. 22).

**Figura 22:** Gráficos das questões 3, 4 e 5 do questionário prévio.



Fonte: Dados do questionário prévio (2019).

De acordo com a Fig. 22 todos os alunos dessa turma afirmaram nunca terem participado de alguma aula da disciplina de Ciências que fez uso de um jogo, virtual ou não (questão 3).

A questão 4 teve a intenção de aferir se os alunos gostavam de jogar, independentemente do tipo de jogo ou do ambiente em que realizam essa atividade, que por sua vez, é bastante comum no cotidiano dos jovens da atualidade. Já a questão 5 pretendia saber se os alunos aprovavam da ideia de aprender Ciências através de um jogo.

Como pode ser visto na Fig. 22, as respostas dos alunos a essas questões, indicava que a aplicação do produto educacional seria bem aceita pela turma, pois o sentimento de mais de 90% dos estudantes ao jogar era de felicidade, sentindo-se ainda motivados, com todos afirmando que gostariam de estudar Ciências jogando.

### 5.3 Aulas expositivas dialogadas

Como destacado anteriormente, foram ministradas aulas expositivas dialogadas com a finalidade de revisar o conteúdo relacionado ao estudo da atmosfera terrestre e de apresentar e definir os conceitos das grandezas físicas a ele relacionado.

Com a finalidade de retratar e auxiliar a compreensão dos momentos evidenciados nessas aulas, serão reproduzidos diálogos (entre professor e alunos), extraídos dos registros em áudio, para enfatizar algumas situações ocorridas nesse processo de ensino e aprendizagem.

Importante esclarecer que para indicar as colocações de diferentes alunos em cada situação, é feita a denominação *aluno 1A*, *aluno 2A*, *Aluno 1B*, *Aluno 2B*, e assim por diante, não significando que houve apenas a participação desses alunos, ou que são sempre os mesmos alunos que estão expondo sua opinião.

A primeira aula foi de revisão sobre a atmosfera terrestre, que teve como eixo gerador, constante em uma apresentação de *slides* do *Microsoft PowerPoint*, a seguinte questão: **O que é a atmosfera?**

A seguir, são narrados parte do diálogo e as respostas dos alunos a esse questionamento.

– *Professor: Diante do que vocês já estudaram, alguém pode definir o que é a Atmosfera?*

– *Aluno 1A: É todo o ar que existe na Terra.*

– *Professor: Muito bem! Alguém tem mais alguma coisa a dizer? Quero ouvir...*

Após alguns segundos de silêncio na sala, outros alunos se manifestam:

– *Aluno 2A: Professor, acho que a atmosfera é a camada da Terra responsável pela vida.*

Imediatamente, o *Aluno 2A* é interrompido por outro colega:

– *Aluno 3A: Não... essa camada é a biosfera, não é Professor?*

– *Professor: Também... De fato, a biosfera é a camada que abriga a vida.... Mas, a atmosfera, sobretudo a região na qual se encontra a maior quantidade de ar, que como sabemos é essencial para a manutenção da vida, também faz parte da biosfera. São classificações diferentes, mas podemos dizer que a atmosfera, que é uma região bem maior, contém a biosfera. Portanto, a colocação de vocês é muito válida.*

Logo após essa explanação, o professor apresenta a definição de atmosfera presente no *slide*. Em seguida o *Aluno 1A* faz mais uma pergunta:

– *Aluno 1A: Professor... Nós estudamos que a atmosfera é dividida em camadas mesmo!*

– *Professor: Isso mesmo... Alguém lembra o nome de alguma dessas camadas?*

– *Aluno 2A: Lembro da troposfera...*

– *Aluno 3A: A termosfera também é uma...*

O professor aproveita para questionar os alunos a respeito de como é feita essa divisão da atmosfera em camadas. Como não houve nenhuma outra manifestação, ele informa que esse será o novo tópico da aula:

– *Professor: Ok! Mais alguma camada? Vocês falaram os nomes de algumas delas..., mas, como é feita essa divisão? Bem, então vamos lembrar como é feita essa classificação!*

Para essa parte da aula, foram utilizadas animações sobre as camadas da atmosfera, objetivando revisar suas características, como destacado anteriormente. Depois de apresentar a primeira animação, que simulava a troposfera terrestre, o professor faz algumas perguntas para a turma, com alguns alunos expondo o seu ponto de vista, como será visto a seguir.

– *Professor: Depois de ver essa simulação, alguém lembra como é feita a classificação? Ou melhor, como podem ser caracterizadas essas camadas?*

Pode-se destacar as seguintes respostas dos alunos:

– *Aluno 1B: Acho que deve ser levado em conta o seu tamanho e a temperatura...*

– *Aluno 2B: Eu percebi que também a quantidade de ar na camada também deve ser importante.*

Após as discussões, o professor dar andamento a aula, mostrando a segunda animação que corresponde a segunda camada da atmosfera; a estratosfera.

– *Professor: Agora vamos comparar as características da troposfera, vistas anteriormente, com as da estratosfera.*

Em seguida, o professor direciona mais perguntas para os alunos a fim de provocar a participação. Esse diálogo é mostrado abaixo.

– *Professor: Então... O que vocês acham? Há diferenças entre essas duas camadas?*

– *Aluno 1C: Tem sim... A temperatura não é a mesma!... Os números são diferentes...*

– *Aluno 2C: O tamanho delas também. E uma é maior que a outra...*

– *Aluno 3C: Percebi que a quantidade de ar vai diminuindo quando fica mais alta...*

– *Professor: Isso mesmo... São essas algumas das características que fazem com que as camadas da atmosfera sejam diferentes umas das outras.*

– *Professor: Vamos continuar revisando as características das outras camadas!*

Dessa forma, o professor foi conduzindo a aula até revisar todas as camadas da atmosfera terrestre, sempre solicitando a participação dos alunos a respeito daquilo que era apresentado. O Quadro 1 exhibe mais alguns comentários feitos pelos alunos nessa etapa da aula expositiva dialogada.

**Quadro 1:** Comentários dos alunos durante a aula de revisão sobre o estudo da atmosfera.

<b>Comentário 1</b>	<i>Professor, nós já estudamos esse assunto...</i>
<b>Comentário 2</b>	<i>Já não lembrava mais das camadas da atmosfera...</i>
<b>Comentário 3</b>	<i>Dessa forma é mais fácil entender o que acontece...</i>
<b>Comentário 4</b>	<i>Tem umas palavras aí... que não sei o que significa...</i>

Fonte: Registro em áudio das aulas (2019).

É possível concluir que de fato os alunos já tinham visto esse conteúdo, pois conseguiam lembrar das camadas da atmosfera e de algumas de suas características.

Com essa aula foi norteadada por uma apresentação de *slides* do *Microsoft PowerPoint* que continha animações que buscavam reproduzir o dinamismo da atmosfera terrestre. a utilização desse recurso tecnológico parece ter facilitado o entendimento daquilo que foi proposto.

Ao discorrer a respeito das características de cada camada da atmosfera, algumas grandezas físicas já iam surgindo na explicação do professor, como densidade, temperatura e peso, e alguns alunos pareciam não entender bem o que estava sendo dito, ao mesmo tempo em que despertava o interesse e a curiosidade para compreender o significado.

Dando prosseguimento às atividades, foram iniciadas as últimas etapas das aulas expositivas dialogadas, que correspondia à apresentação e definição dos conceitos das grandezas físicas presentes no estudo da atmosfera terrestre.

O primeiro momento teve como ponto de partida a utilização de questões problematizadoras que estavam relacionadas diretamente ao tema em estudo e que eram colocadas na forma de desafios, com o objetivo de provocar os alunos, promovendo questionamentos, e conseqüentemente, a discussão, mediada pelo professor, contribuindo para a construção do conhecimento necessário para a compreensão dos conceitos físicos no estudo da atmosfera terrestre, que era o foco do próximo tópico da aula expositiva dialogada.

Foram utilizadas animações em uma apresentação de *slides* do *Microsoft PowerPoint*, que simulavam os eventos presentes nos seguintes desafios (ver Apêndice E):

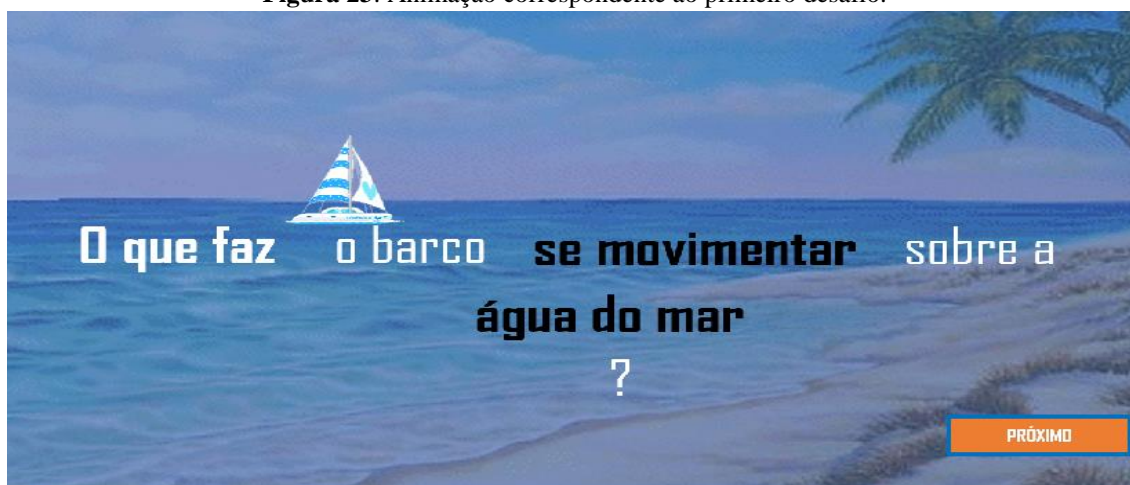
1. O que faz um barco a vela se movimentar sobre as águas do mar?
2. O que são as ilhas de calor?
3. A pressão atmosférica aumenta ou diminui com altitude?
4. Como ocorre o efeito estufa na Terra?

A seguir, será reproduzido o diálogo entre professor e alunos, com destaque para situações em que os estudantes tentavam explicar e entender os desafios.

– *Professor: Vou apresentar pra vocês algumas simulações de fatos do nosso dia a dia, e em seguida será mostrado um desafio relacionado a animação mostrada. Certo?*

A turma, aparentemente curiosa, concorda com o professor, que apresenta a primeira animação, que corresponde a um barco a vela que se movimenta sobre o mar, como pode ser visto na Fig. 23, e sua respectiva pergunta desafio.

**Figura 23:** Animação correspondente ao primeiro desafio.



Fonte: Print Scream do *Microsoft PowerPoint* (2019).

– *Professor: E aí? O que está acontecendo nessa primeira animação?*

– *Aluno 1C: É um barco andando no mar, professor!*

- Professor: *Isso mesmo! Mas, o que está fazendo o barco se movimentar?*
- Aluno 1C: *Deve ser um motor, como em um carro...*
- Aluno 2C: *Não! Não é não... Isso daí é um barco a vela... Não tem motor...*
- Professor: *Perfeito! Então, alguém consegue explicar o que faz o barco se movimentar?*
- Aluno 1C: *Ah!!! É o vento! Não é professor?*
- Professor: *Exatamente! É o vento. Vocês lembram o que é o vento?*
- Aluno 1C: *É o ar em movimento.*
- Aluno 2C: *Então é como se o vento empurrasse o barco, que vai se movimentando!*

Com isso, o professor procura explicar cientificamente o fenômeno, fazendo uso das grandezas físicas, como a ideia de força, densidade e temperatura do ar, sempre questionando e provocando a participação dos alunos.

Para o segundo desafio, cuja animação enfatiza áreas vizinhas que apresentam diferentes temperaturas, conforme a Fig. 24, as discussões geradas em sala de aula são reproduzidas a seguir.

**Figura 24:** Animação relacionada ao segundo desafio.



Fonte: Print Screenshot do Microsoft PowerPoint (2019).

- Professor: *Nessa animação, temos as chamadas ilhas de calor. Observando-a, vocês conseguem entender o que são as ilhas de calor?*
- Aluno 1D: *Dá pra ver aí que em cada lugar tem um valor de temperatura diferente.*
- Professor: *Isso! Mas, para que vocês possam entender, eu pergunto: o que é uma ilha?*
- Aluno 2D: *Eu sei! Uma porção de terra rodeada por água.*
- Professor: *Olhando a animação...comparando com uma ilha, o que vocês conseguem entender?*
- Aluno 3D: *Vejo que tem áreas mais quentes que outros... Como calor tem a haver com quente... acho que a ilha de calor é a mais quente!!!*

– *Professor: Isso mesmo!!! Perfeito raciocínio!*

– *Aluno 4D: Mas Professor, por que se chama mesmo ilha de calor?*

Na sequência, o professor fez uma explanação para que os alunos entendam que as ilhas de calor são regiões isoladas, em que a temperatura é mais elevada que nas áreas vizinhas, utilizando grandezas físicas como temperatura, calor e umidade, destacando suas causas e efeitos para os seres humanos.

Importante destacar que os alunos utilizavam os termos calor e temperatura como sinônimos. No entanto, a discussão a respeito das diferenças entre os conceitos dessas duas grandezas não foi enfatizada.

O terceiro desafio, que simula um alpinista escalando uma montanha (Fig. 25), produziu discussões que serão apresentadas na sequência.

**Figura 25:** Animação relacionada ao terceiro desafio.



Fonte: Print Scream do Microsoft PowerPoint (2019).

– *Professor: Vejam essa simulação. O que ela representa?*

– *Aluno 1E: É uma pessoa subindo uma montanha.*

– *Aluno 2E: Sim! Ela está escalando a montanha...*

– *Professor: Muito bem! Agora vou mostrar o desafio pra vocês.*

– *Professor: E aí!? Vocês entenderam a pergunta? A pressão atmosférica aumenta ou diminui? Vocês lembram o que é a pressão atmosférica?*

Para facilitar o entendimento dos alunos a respeito do desafio, o professor revisou com eles a ideia de pressão atmosférica.

– *Professor: Bem. Vamos lá... Pressão é quando você faz força sobre alguma coisa. Eu pergunto a vocês: o ar é matéria?*

– *Aluno 1E: Sim. A gente estudou que ele tem massa e ocupa lugar no espaço.*

– *Aluno 2E: É sim, o ar tem peso. No livro tem uma figura que mostra uma balança pesando o ar.*

– *Professor: Isso. Assim, podemos afirmar que o ar, por ter massa, exerce força sobre outros corpos que estão abaixo dele, o que chamamos de pressão atmosférica.*

O professor continua a aula, fazendo um parêntese para explicar a diferença entre massa e peso, e a ideia da força de gravidade, para poder questionar os alunos mais uma vez sobre a possível resposta para o desafio.

– *Professor: Mas, o que vocês acham? A pressão atmosférica aumenta ou diminui com a altitude? Deixa ajudar: a quantidade de ar aumenta ou diminui quando a altura aumenta?*

– *Aluno 1E: A gente viu que quanto mais alto fica, menor a quantidade de ar.*

– *Professor: Isso. O ar fica mais rarefeito.*

– *Aluno 2E: Já sei! Se a quantidade de ar diminui com a altura, ele fica mais fraco e a força dele diminui...*

Com isso, o professor explica cientificamente a situação presente no desafio, valendo-se do uso de grandezas físicas, como massa, peso e pressão.

Para o último desafio, auxiliado pela animação sobre como ocorre o efeito estufa na Terra (Fig. 26), as discussões são descritas a seguir.

**Figura 26:** Animação relacionada ao quarto desafio.



Fonte: *Print Scream* do Microsoft PowerPoint (2019).

– *Professor: Vocês sabem como funciona uma estufa de plantas ou aquela que serve para armazenar alguns tipos de alimentos?*

– *Aluno 1F: Já ouvi falar. Mas, não entendo como funciona.*

– *Professor: Certo. Vamos ver essa simulação.*

– *Professor: Então, para que serve uma estufa?*

– *Aluno 2F: Para manter o calor dentro dela.*

– *Aluno 3F: Acho que a temperatura não muda dentro dela...*



– *Professor: Isso mesmo...*

Em seguida, o professor explica como funciona uma estufa, usando grandezas físicas, como calor e temperatura, em sua explanação, para questionar os alunos sobre o entendimento do que seria o efeito estufa.

– *Professor: A gente viu que para a estufa manter sua temperatura, é preciso de paredes de vidro. Para o Planeta Terra funcionar como uma estufa, o que pode funcionar como o vidro?*

– *Aluno 1F: Depois de ver a simulação, é fácil. É a atmosfera.*

– *Professor: Muito bem! Vamos entender melhor como isso ocorre.*

Assim, o professor explica cientificamente esse fenômeno, relatando suas causas e efeitos para a humanidade, sempre utilizando grandezas físicas, com o objetivo de fazer os alunos entenderem sua importância para a explicação de eventos do cotidiano.

Para finalizar as aulas expositivas dialogadas, através de uma apresentação de slides do *Microsoft PowerPoint*, foram apresentados os conceitos de Física, fenômeno, e das grandezas físicas massa, volume, densidade, peso, altitude, temperatura, calor e umidade, procurando-se sempre integrá-los nas situações descritas anteriormente ou de outras pertencentes ao dia a dia. O Quadro 2 mostra alguns comentários dos alunos com relação a essa atividade.

**Quadro 2:** Comentários sobre a aula de apresentação dos conceitos físicos.

<b>Comentário 1</b>	<i>Física é muito parecida com Ciências...</i>
<b>Comentário 2</b>	<i>Por que precisa aprender isso? Parece que é muito difícil?</i>
<b>Comentário 3</b>	<i>A Física explica muita coisa...</i>
<b>Comentário 4</b>	<i>Quando a gente estudou a atmosfera não tinha tudo isso....</i>

Fonte: Registro em áudio das aulas (2019).

Os comentários dos alunos no Quadro 2 permitem que se façam algumas colocações importantes. Os conceitos das grandezas físicas precisam ser trabalhados através de metodologias que demonstrem sua importância para o entendimento de fatos do cotidiano.

A forma como são abordados pode contribuir para que sejam considerados como de difícil compreensão. Caso esses conceitos não sejam trabalhados em atividades que demonstrem sua aplicabilidade, serão facilmente esquecidos, ocultando sua potencialidade no entendimento das mais variadas situações.

Percebeu-se que a execução dessas aulas (expositivas e dialogadas), não iria atingir integralmente a meta de fazer com que os alunos entendessem a importância e a necessidade dos conceitos das grandezas físicas para explicar eventos presentes na

atmosfera. A aplicação do jogo teria um papel fundamental para cumprir esse objetivo, como será discutido a seguir.

## 5.4 Momentos relacionados à aplicação do jogo

Como visto anteriormente, esses momentos têm início com a formação dos grupos que vão participar da disputa utilizando o jogo **Viagem Na Atmosfera Terrestre**. A ideia da competição foi bem aceita pelos alunos, que rapidamente formaram suas equipes, mostrando-se bastante motivados.

Durante a execução das duas partidas do jogo, houve muita cooperação e trabalho em grupo, com todos os membros da equipe participando e interagindo. Interessante notar como eles não se davam conta de que estavam estudando ao mesmo tempo em que jogavam, como pode ser visto no Quadro 3, que exibe comentários dos alunos durante a execução do jogo.

**Quadro 3:** Comentários dos alunos durante a aplicação do jogo.

<b>Comentário 1</b>	<i>Eu quero pilotar a nave primeiro...</i>
<b>Comentário 2</b>	<i>Vamos combinar... Cada um pilota a nave uma vez... e respondemos as perguntas...</i>
<b>Comentário 3</b>	<i>Vamos atacar as naves inimigas... Ou encontrar logo o objeto?</i>
<b>Comentário 4</b>	<i>Responder as perguntas é mais importante... Devemos olhar os conceitos físicos?</i>
<b>Comentário 5</b>	<i>O tempo não importa muito... O que importa é responder mais perguntas...</i>
<b>Comentário 6</b>	<i>Vamos encontrar os objetos mais rápido gente...</i>
<b>Comentário 7</b>	<i>A gente melhora na próxima partida...</i>
<b>Comentário 8</b>	<i>Falhou de novo! Ah, a missão falha quando a nave bate no chão...</i>
<b>Comentário 9</b>	<i>Professor quero baixar o jogo pra treina em casa... Baixa na internet?</i>

Fonte: Registro em áudio das aulas (2019).

O Quadro 3 permite verificar como os membros de cada equipe se articulavam para montar estratégias para vencer a competição. Cada resposta correta e missão cumprida era comemorada euforicamente.

A análise do *ranking* de cada equipe, após a realização das duas partidas (Fig. 27), permite algumas conclusões a respeito, principalmente da pontuação e evolução no entendimento dos conceitos físicos, e tempo médio para finalizar as missões.

Quanto ao tempo médio para cada grupo realizar as missões, a análise da Fig. 27, mostra que houve um aumento na segunda partida, passando de 26 minutos (na primeira partida), para 28 minutos na última.

O “*Grupo dos boys*”, obteve a mesma pontuação nas duas partidas, sendo que na primeira, além do tempo ter sido menor, conseguiram abater uma nave inimiga (Fig. 27).

Pode-se afirmar que na segunda partida, essa equipe não conseguiu evolução nos três fatores (Pontos, Naves e Tempo).

**Figura 27:** Desempenho das equipes nas duas partidas da competição.

1ª PARTIDA	
Nome: Grupo dos boys	Pontos: 2.145 / Naves: 1 / Tempo: 25:36
- Nome: P.A	Pontos: 2.145 / Naves: 0 / Tempo: 20:17
Nome: meninas A.B	Pontos: 2.145 / Naves: 0 / Tempo: 34:07
2ª PARTIDA	
Nome: grupo dos boys	Pontos: 2.145 / Naves: 0 / Tempo: 27:55
Nome: P.A	Pontos: 3.575 / Naves: 0 / Tempo: 25:38
Nome: meninas P.A	Pontos: 5.72 / Naves: 0 / Tempo: 31:44

Fonte: Dados extraídos do ranking do jogo (2019)

Já a equipe “P. A” obteve uma pontuação melhor que a equipe “Grupo dos boys” (Fig. 27). Embora o tempo para realizar as missões tenha sido maior que na primeira partida, além de não terem abatido nenhuma nave, sua pontuação foi bem superior, significando que houve evolução no entendimento dos conceitos físicos que estavam presentes nos desafios propostos durante o jogo.

O grupo vencedor da competição foi as “Meninas P. A”, que na segunda partida obteve uma pontuação 50% maior que na primeira, além de ter realizado as missões em um tempo menor, como pode ser visto na Fig. 28.

**Figura 28:** Ranking final da equipe “Meninas P. A”.

Dados das Missões	
RANKING	
1º - Nome: meninas P.A	Pontos: 5.72 / Naves: 0 / Tempo: 31:44
2º - Nome: meninas A.B	Pontos: 2.145 / Naves: 0 / Tempo: 34:07

Voltar      Limpar      Seguir

Fonte: Print Scream da tela do jogo (2019).

Como a quantidade de pontos corresponde às perguntas que foram respondidas corretamente, pode-se afirmar que houve evolução no entendimento da questão-problema por parte dos alunos da questão, pois a pontuação na segunda partida, foi igual ao superior ao valor obtido pelas equipes na primeira.

O desempenho das equipes no jogo pode estar relacionado ainda as estratégias adotadas por cada uma para conseguir os objetivos. Por exemplo, observou-se durante a aplicação do jogo, que algumas equipes pareciam se interessar mais por encontrar os objetos, e assim realizar as missões.

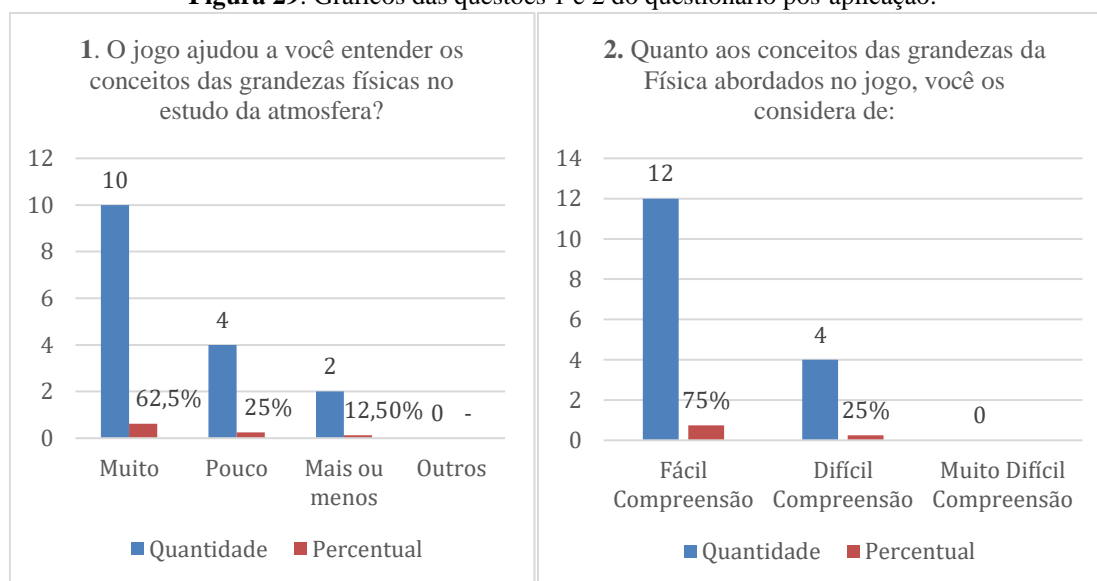
No entanto, o jogo conseguiu cumprir o objetivo de enfatizar os conceitos físicos presentes no estudo da atmosfera, ressaltando sua importância para os alunos compreenderem os fenômenos do dia a dia, através de uma estratégia metodológica significativa que os colocou no centro das ações.

## 5.5 Questionário pós-aplicação

Com todos os 16 alunos respondendo esse questionário, composto por 5 perguntas, essa pesquisa teve o objetivo de verificar a impressão dos alunos com relação aos conceitos físicos abordados e relacionados ao estudo da atmosfera terrestre, trabalhados através do jogo **Viagem Na Atmosfera Terrestre**.

A primeira questão pretendia saber dos alunos se o jogo ajudou a entender os conceitos físicos presentes no estudo da atmosfera, enquanto que a segunda perguntava se esses conceitos foram compreendidos. Os resultados são mostrados na Fig. 29.

**Figura 29:** Gráficos das questões 1 e 2 do questionário pós-aplicação.

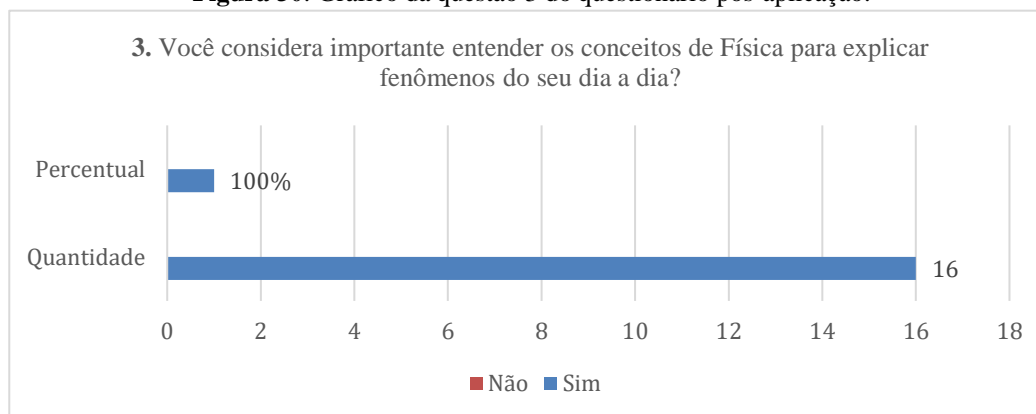


Fonte: Dados do questionário pós-aplicação. (2019).

Para mais da metade dos alunos, o jogo parece ter ajudado no entendimento dos conceitos físicos (questão 1). Além disso, a maior parte deles ainda considerou que esses conceitos são de fácil compreensão (questão 2).

Quanto à importância que esses conceitos possuem para explicar os fenômenos presentes no cotidiano (Questão 3), todos os alunos reconhecem sua relevância (Fig. 30).

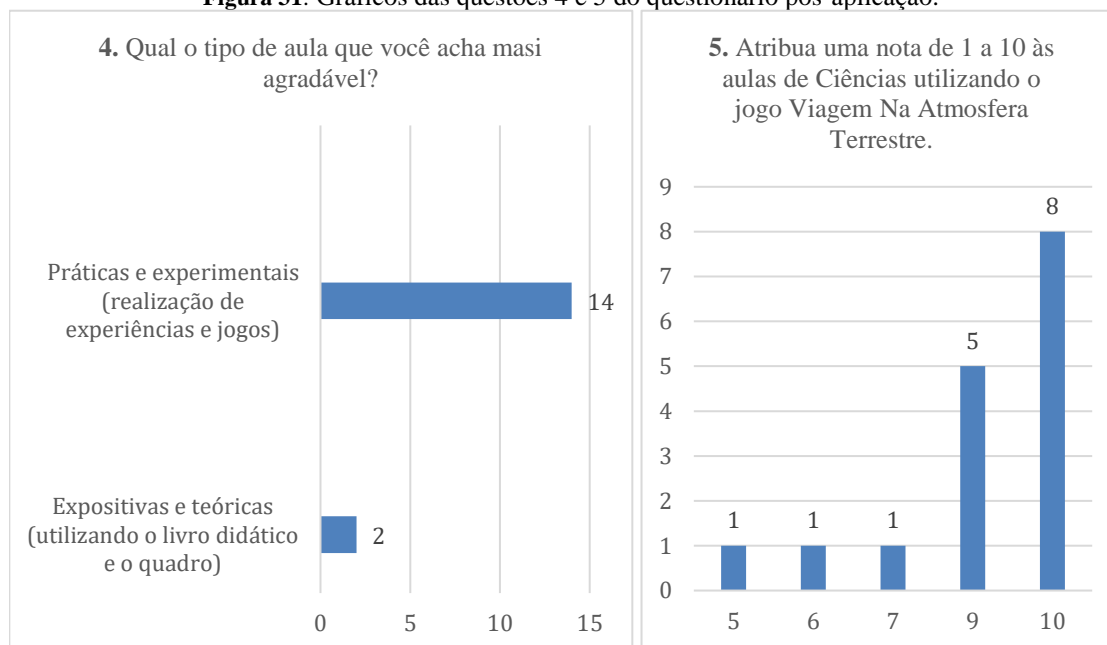
**Figura 30:** Gráfico da questão 3 do questionário pós-aplicação.



Fonte: Dados do questionário pós-aplicação. (2019).

As duas últimas perguntas do questionário pós-aplicação tratavam do tipo de aula que os alunos preferiam (Questão 4) e qual a nota, de 0 até 10, que atribuiriam ao jogo. A Fig. 31 mostra a opinião dos alunos.

**Figura 31:** Gráficos das questões 4 e 5 do questionário pós-aplicação.



Fonte: Dados do questionário pós-aplicação. (2019).

A Fig. 31 mostra que quase 90% dos alunos preferem as aulas práticas e experimentais (questão 4), nas quais são realizados experiências e jogos, como as aulas aplicadas junto a essa turma utilizando o jogo **Viagem Na Atmosfera Terrestre**, e que

teve uma avaliação positiva por parte dos estudantes, com mais de 80% dos alunos atribuindo uma nota entre 9 e 10 (questão 5).

É necessário ressaltar que o principal questionamento dos alunos durante a execução do jogo, foi o fato da missão falhar enquanto respondiam as perguntas. Isso acontecia porque a nave continua em movimento quando surge a tela das perguntas, e dependendo do seu movimento, atingia o solo, fazendo a missão falhar, como destacado anteriormente no Quadro.

Embora todos os alunos tenham entendido que deveriam posicionar a nave de forma adequada, evitando que a mesma colidisse com a superfície, alguns deles sugeriram a possibilidade da nave parar de se movimentar quando a tela das perguntas for exibida.

## CAPÍTULO 6

### 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi apresentado neste trabalho uma proposta de ensino e aprendizagem para explicitar os conceitos presentes no estudo da atmosfera terrestre no Ensino Fundamental II (anos finais), que se configurou na aplicação do produto educacional (Apêndice A), junto a uma turma de 6º ano dessa etapa de ensino, no Educandário Nossa Senhora das Graças, que é em uma escola privada do município de Afonso Bezerra/RN.

Esse produto educacional é uma sequência didática que faz uso da aprendizagem baseada em jogos digitais (ou virtuais), com a utilização do jogo **Viagem Na atmosfera Terrestre**, desenvolvido no motor de jogos *Unity 3D*.

Usando as potencialidades das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), que é uma realidade presente na sociedade dos dias atuais, ao mesmo tempo em que se pretendia enfatizar o ensino dos conceitos de Física, já no Ensino Fundamental, na disciplina de Ciências, buscou-se o emprego de uma estratégia metodológica que evidenciasse o potencial e a necessidade da utilização desses conceitos para o entendimento de fenômenos do cotidiano.

Ainda é válido destacar que um contato maior com esses conceitos já no Ensino Fundamental, pode contribuir para amenizar o impacto que os alunos podem sentir com a disciplina de Física no Ensino Médio, no qual os conteúdos são normalmente classificados como de difícil compreensão.

A literatura aponta que a abordagem dos conceitos físicos no Ensino Fundamental, muitas vezes é negligenciada, ou de maneira inadequada, produzindo uma aprendizagem que não pode ser considerada significativa por parte dos alunos.

Os fatores que são determinantes para que isso ocorra estão relacionados à formação acadêmica dos professores, que muitas vezes não possuem curso superior na área das Ciências da Natureza, ou quando possuem, adotam metodologias que não contribuem para dar aplicabilidade a esses conceitos em situações do dia a dia, bem como a supervalorização do livro didático, usado como ferramenta indispensável na atuação docente em sala de aula.

Os resultados da pesquisa realizada com os professores do Ensino Fundamental do município de Afonso Bezerra/RN, que lecionam a disciplina de Ciências no 6º ano, confirma o exposto no parágrafo anterior.

A construção e a utilização de um jogo foram motivadas pela intenção de simular um ambiente repleto de situações existentes na realidade cotidiana, tendo a possibilidade de destacar a presença dos conceitos físicos na explicação desses fenômenos, como é o caso da atmosfera terrestre.

Com isso foi possível fazer uso da aprendizagem baseada em jogos digitais, que se mostra motivadora e desafiadora, promovendo uma maior integração dos alunos, uma vez que, como afirma Prensky (2012), qualquer que seja o tipo de jogo, os jogadores devem atingir objetivos, superando desafios em vários níveis de complexidade, exigindo que eles aprendam habilidades múltiplas.

Em algumas situações é necessária ainda a formação de equipes para que a meta do jogo seja alcançada com êxito (PRENSKY, 2012). Isso justifica a formação dos grupos na aplicação do produto.

É necessário destacar a existência de outras atividades dentro da sequência didática que se mostraram fundamentais para que os objetivos relacionados à aprendizagem fossem atingidos, como as aulas expositivas dialogadas, que foram baseadas em uma abordagem problematizadora.

No que diz respeito à aplicação do produto educacional, a grande dificuldade encontrada esteve ligada aos laboratórios de informática das escolas existentes no município de Afonso Bezerra/RN.

Os laboratórios não ofereciam as condições necessárias para a execução das atividades, seja pelo seu não funcionamento, ou mesmo por falta de acesso à internet. Felizmente, a situação foi contornada, como descrito nesse trabalho anteriormente.

Quanto ao funcionamento do jogo, não foram registrados problemas que viessem a afetar drasticamente o andamento das atividades. Entre eles, pode-se citar o fato de a missão falhar quando a tela de perguntas surgia, com a nave continuando seu movimento, podendo colidir com a superfície.

Isso deverá ser corrigido na próxima versão do jogo **Viagem Na Atmosfera Terrestre**, juntamente com a possibilidade do mesmo funcionar normalmente em computadores de 32 bits.

Pretende-se futuramente aplicar essa proposta metodológica em outras escolas, principalmente da rede pública, tendo sua potencialidade aumentada, oferecendo ainda uma abordagem alternativa para o tema tratado.

Além disso, pensa-se em uma adaptação desse jogo para ser utilizado no Ensino Médio.



Importante ressaltar que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que precisa ser implementada nas escolas de Nível Infantil e Fundamental de todo o Brasil até o início do ano de 2020, acarretou algumas alterações nas distribuições dos chamados objetos de conhecimentos (conteúdos). Um deles foi o estudo da composição do ar, que normalmente era ministrado na 6ª série do Ensino Fundamental, seguindo as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Com essa nova proposta curricular em vigor, esse conteúdo deverá ser abordado na 7ª série do Ensino Fundamental. Dessa forma, embora esse produto educacional tenha sido executado na 6ª série, poderá também ser utilizado na 7ª série.

A receptividade dos alunos, que foi seguida pela motivação, interação e demais reações observadas durante a realização das atividades e evidenciadas nos resultados dos questionários que tiveram como público-alvo esses alunos, indicam que de fato a aplicação do produto educacional cumpriu seu objetivo de enfatizar os conceitos físicos, destacando a presença e importância dos mesmos nas situações do cotidiano, o que por sua vez, possibilitou uma aprendizagem plena de significado.

## REFERÊNCIAS

- ANDREAZI, F. **BNCC: O que é a Base Nacional Comum Curricular e qual é o seu objetivo.** [S.I.:s.n.], 2019. Disponível em: < <https://sae.digital/bncc-o-que-e-qual-e-o-seu-objetivo/>> Acesso em: 18 out. 2019.
- BALASUBRAMANIAN, N.; WILSON, B. G. **Games and Simulations.** In: Society For Information Technology And Teacher Education International Conference, Procedem, [S.I.], v.1., 2006.
- BERNADES, A.O; GIACOMINI, R. **Viajando pelo sistema solar: um jogo educativo para o ensino de astronomia em um espaço não-formal de educação.** A Física na Escola, [S.I.], v. 11, n. 1, p. 42-44, 2010.
- BERTUSSO, F. R.; WENDLING, C. M.; MALACAME, V. **Investigação, problematização e argumentação: conteúdo e metodologia no ensino de ciências.** 3 ed., Revista Valore, Volta Redonda, p. 211-222., 2018.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: Lei n.9.394/96.** Brasília, DF, dezembro de 1996. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm)> Acesso em: 20 out. 2019.
- BRASIL, M.E.C. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental (Versão Final).** Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.
- \_\_\_\_\_. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais.** Brasília: MEC/Secretaria de Educação Fundamental, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais (5ª a 8ª séries).** Brasília: MEC/Secretaria de Educação Fundamental, 2. impr. 2001.
- \_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** Brasília: MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2000.
- CALEGARI, P. F; FRIGO, L. B; QUIRINO, S. S; POZZEBON, E. **Jogo computacional 3D no ensino de física.** XII SBGames, São Paulo, p. 16-18, 2013. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/268515107\\_Jogo\\_computacional\\_3D\\_no\\_ensino\\_de\\_fisica](https://www.researchgate.net/publication/268515107_Jogo_computacional_3D_no_ensino_de_fisica)> Acesso em: 22 out. 2019.
- CHOPPIN, A. **História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte.** Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 549-566, set./dez. 2004.
- CUNHA, A. M. O; KRASILCHIK, M. **A formação continuada de professores de ciências: percepções a partir de uma experiência.** ATA DA ANPED, [S.I.], 2000. Disponível em: <[http://www.anped.org.br/sites/default/files/gt\\_08\\_06.pdf](http://www.anped.org.br/sites/default/files/gt_08_06.pdf)> Acesso em: 20 out. 2019.
- CUNHA, J. A. **Ensino da força magnética por meio de jogos digitais que utilizam o Kinect.** Dissertação de Mestrado – MNPEF - Universidade Federal de Alfenas, Minas

Gerais, 2017. Disponível em:

<[http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao\\_jurandir.pdf](http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_jurandir.pdf)> Acesso em: 22 out. 2019.

CRUZ, F. N.; BORBA, G. L.; ABREU, L. R. D. **Ciências da Natureza e Realidade**. Natal/RN: EDUFRN, 348 p. 2005.

DELIZOICOV, N. C; SLONGO, I. I. P. **O ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental: elementos para uma reflexão sobre a prática pedagógica**. Série-Estudos - Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB Campo Grande/MS, n. 32, p. 205-221, jul./dez. 2011.

FELIZARDO, R. O. **Aplicação do jogo “Aventuras Radiológicas” para o ensino de Física**. Dissertação (mestrado) – Universidade Regional do Cariri – URCA - Instituto de Física - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (MNPEF), 97f, Juazeiro do Norte/CE, 2018. Disponível em: <<http://www.urca.br/mnpef/index.php/dissertacao-e-produtos/file/58-dissertromeu> > Acesso em: 12 out. 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. Paz e Terra, São Paulo, 2003.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Esperança: um reencontro com a Pedagogia do Oprimido**. 16. ed. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 2009.

FREITAS, S. A; NETO, A. S. A. **Análise dos conteúdos de física nos livros didáticos de ciências do nono ano do ensino fundamental aprovados pelo PNL D 2017**. Revista Contexto & Educação - Editora Unijuí, [S.I.], Ano 34, nº 107, jan./abr. [S.I], 2019. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/8451>> Acesso em: 14 out. 2019.

GARCIA, C. V. **Formação de professores de matemática e mudanças curriculares na escola (A matemática na escola: novos conteúdos, novas abordagens)**. Editora da UFRGS, Porto Alegre/RS, 2012.

GARCIA, N. M. D. **Livro didático de Física e de Ciências: contribuições das pesquisas para a transformação do ensino**. Educar em Revista (Editora UFPR), Curitiba, n. 44, p. 145-163, abr./jun. 2012.

GIL, A. C. **Metodologia do Ensino Superior**. 4. ed., Atlas, São Paulo, 8. reimpr., 2013.

GRITTI, A. M. S; VIEIRA, A. P. **Jogos didáticos no ensino de ciências do 6º ano. os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor**. PDE (Artigos) – Versão Online, [S.I.: s.n.], 2014. Disponível em: <[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2014/2014\\_unioeste\\_cien\\_artigo\\_angela\\_maria\\_schmitz\\_gritti.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unioeste_cien_artigo_angela_maria_schmitz_gritti.pdf)> Acesso em: 22 out. 2019.

HAGUENAUER, C.; CARVALHO, F. S; VICTORINO, A. L. Q; LOPES, M. C. B. A.; CORDEIRO FILHO, F. **Uso de Jogos na Educação Online: a Experiência do LATEC/UFRJ**. Revista Educaonline, [S.I.], v. 2, p. 1-11, 2008. Disponível em: < <http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/1447-educaonline/v01n01/14888-uso-de-jogos-na-educacao-online-a-experiencia-do-latec-ufrj.html> > Acesso em: 10 out. 2019.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 10. Ed., LTC, Rio de Janeiro, vol. 2, 2016.

KRAUSE, J. C; FELBER, D; VENQUIARUTO, L. D. **O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física**. Revista Insignare Scientia, [S.I.], v. 1, n. 2., mai./ago., 2018. Disponível em: <<https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/8152> > Acesso em: 22 out. 2019.

LOUREIRO, B. C. O. **O uso das tecnologias da informação e comunicação como recursos didáticos no ensino de física**. Revista do Professor de Física, Brasília, v. 3, n. 2, p. 93-102, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/24315/23386>> Acesso em: 08 out. 2019.

LUSTOSA, M. S; ALVES, R. M. M; ARAÚJO, M. S. M; GEGLIO, P. C. **Percepções de professores sobre o ensino de ciências nos anos finais do Ensino Fundamental**. III CONEDU – CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, Natal/RN, 2016. Disponível em: <[http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO\\_EV056\\_M D1\\_SA18\\_ID1225\\_13082016111608.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_M D1_SA18_ID1225_13082016111608.pdf) >. Acesso em: 17 out 2019.

MACEDO, E. F. **As ciências no ensino fundamental: perspectivas atuais**. [S.I.: s.n.], 2019. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iiienpec/Atas%20em%20html/o23.htm>>. Acesso em: 18 out.2019.

MASTROCOLA, V. M. **Ludificador: um guia de referências para o game designer brasileiro**. 1. ed. Edição do autor, São Paulo, 2011.

MASSONI, N. T., BARP, J.; DANTAS, C. R. S. **O ensino de Física na disciplina de ciências no nível fundamental: reflexões e viabilidade de uma experiência de ensino por projetos**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [S.I.], v. 35, n. 1, p. 235-261, abr. 2018. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n1p235> >. Acesso em: 5 out. 2019.

MATTAR, J. **Games em Educação: como os nativos digitais aprendem**. 1. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

MCGONIGAL, J. **A realidade em jogo**. Tradução: Eduardo Rieche. Rio de Janeiro: Best Seller, 2012.

MEDEIROS, E. A.; LOOS, M. R. **O Ensino de Física na Área de Ciências Naturais no Ensino Fundamental I E Ensino Fundamental II Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais**. Revista do Professor de Física, Brasília, vol. 1, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7078/5729>>. Acesso em: 9 out. 2019.

MEDEIROS, G. C. M; OLIVEROS, M. C. **Instrumentação para o ensino de física I**. Natal, RN: EDUFRRN, 2008.

MELO, M. G. A; CAMPOS, J. S.; ALMEIDA, W. S. **Dificuldades enfrentadas por Professores de Ciências para ensinar Física no Ensino Fundamental**. R. B. E. C. T., [S.I.], v. 8, n. 4, set-dez. 2015.

MARTINS, I. A.; MENDES A. F. P; **Didática**. Natal/RN: EDUFRRN, 264 p, 2006.

MORÁN, J. M. **Mudando a educação com metodologias ativas**. Coleção Mídias Contemporâneas- Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens, [S.I.], v. 2, 2015.

MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o Ensino da Física na educação contemporânea**. Revista do Professor de Física, Brasília, vol. 1, n. 1, 2017.

OLIVEIRA, A. S. **A Atmosfera (CAPÍTLUO 03)**. [S.I.:s.n.], [20--]. Disponível em: <<https://www.ufrb.edu.br/neas/documento/category/8-cca-035-meteorologia-e-climatologia-agricola?download=39:cap-3-atmosfera>>. Acesso em: 25 out. 2019.

PAGANOTTI, A; DICKMAN, A. G. **Caracterizando o professor de ciências: quem ensina tópicos de física no ensino fundamental?** VII ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas/SP, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0793-2.pdf>> Acesso em: 20 out. 2019.

PEREIRA, R. F; FUSINATO, P. A; NEMES, M. C. D. **Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física**. VII ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2000. Disponível em: <<http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1033.pdf>> Acesso em: 22 out. 2019.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Editora Senac, 2012.

PRIETO, L. M.; TREVISAN, M. C. B.; DANESI, M. I.; FALKEMBACH, G.A.M. **Uso das Tecnologias Digitais em Atividades Didáticas nas Séries Iniciais**. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p.1-11, mai. 2005. Disponível em: <<https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/13934/7837>> Acesso em: 20 out. 2019.

QUEIROZ, C. T. A P; MOITA, F. M. G, S, C. **Fundamentos sócio-filosóficos da educação**. Campina Grande / Natal: UEPB / UFRN, 2007.

RIBEIRO, L. O. M.; TIMM, M. I.; ZARO, M. A. **Modificações em jogos digitais e seu uso potencial como tecnologia educacional para o ensino de engenharia.** Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 4, n 1, jul. 2006. Disponível em: <[http://www.cinted.ufrgs.br/renoteold/jul2006/artigosrenote/a36\\_21203](http://www.cinted.ufrgs.br/renoteold/jul2006/artigosrenote/a36_21203)>. Acesso em: 20 out. 2019.

RICO, R. **O que muda no ensino de ciências com a BNCC?** [S.I.: s.n.], 2019. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/bncc/conteudo/61/o-que-muda-no-ensino-de-ciencias-com-a-bncc>>. Acesso em: 18 out. 2019.

ROSA, C. W; ROSA, A. B. **O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais.** Revista Ibero-americana de Educação, [S.1.], n. 58/2, 2012. Disponível em: <<https://rieoei.org/RIE/article/view/1446> > Acesso em: 14 out. 2019.

SALES, G. L.; CUNHA, J. L. L.; GONÇALVES, A. J.; SILVA, J. B.; SANTOS, R. L. **Gamificação e ensinagem híbrida na sala de aula de física: metodologias ativas aplicadas aos espaços de aprendizagem e na prática docente.** Conexões: Ciência e Tecnologia, Fortaleza/CE, v. 11, n. 2, p. 45-52, jul. 2017. Disponível em: <<http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1181/952>>. Acesso em: 20 out. 2019.

SANTOS, C. A. (org.). **Energia e matéria: da fundamentação conceitual às aplicações tecnológicas.** 1 ed., São Paulo: Livraria da Física, 2015.

SANTOS, W. L. P. **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios.** Revista Brasileira de Educação, São Paulo, v. 12, n.36, set/dez. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n36/a07v1236.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2019.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. **Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios.** Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 6 n. 2, dez. 2008. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14405/8310>>. Acesso em: 1 out. 2019.

SENA, S. SCHMIEGELOW, S. S.; PRADO, G. M. B. C.; SOUZA, R. P. L.; FIALHO, F. A. P. **Aprendizagem baseada em jogos digitais: a contribuição dos jogos epistêmicos na geração de novos conhecimentos.** Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 14, n 1, jul. 2016. Disponível em: <<https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/67323/38417>>. Acesso em: 20 de outubro de 2019.

SHAEFFER, A. G.; ANGOTTI, J. A. P. **Jogos digitais na apropriação de conhecimentos científicos.** Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 14, n 1, jul. 2016. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/67331>>. Acesso em: 1 out. 2019.

SILVA, J. B. **O contributo das tecnologias digitais para o ensino híbrido: o rompimento das fronteiras espaço-temporais historicamente estabelecidas e suas implicações no ensino.** Artefactum, [S.I.], v. 15, n. 2, p. 1-11, 2017. Disponível em: <

<http://artefactum.rafrom.com.br/index.php/artefactum/article/view/1531>>. Acesso em: 01 out. 2019.

SILVA, I. K. O.; MORAIS II, M. J. O. **Desenvolvimento de jogos educacionais no apoio do processo de ensino-aprendizagem no ensino fundamental**. HOLOS, Natal, v. 5, p; 153-164, 2011. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/705/493>>. Acesso em: 11 out. 2019.

SILVA, F; BRINCHER, S. **Jogos digitais como ferramenta de ensino: reflexões iniciais**. Dossiê Especial V. I: Literaturas Digitais, [S.I.], 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/Outra/article/view/2176-8552.2011nesp1p42/22897>>. Acesso em: 21 out 2019.

SILVA, F. M; CHAVES, M. S; LIMA, Z. M. C. **Geografia Física II: Atmosfera Terrestre (Aula 1)**. Natal/RN: EDUFRN, 20 p. 2009a.

\_\_\_\_\_. **Geografia Física II: Massas de ar e circulação da atmosfera (Aula 5)**. Natal/RN: EDUFRN, 20 p. 2009b.

\_\_\_\_\_. **Geografia Física II: Trocas de calor na atmosfera (Aula 4)**. Natal/RN: EDUFRN – Editora da UFRN – Natal/RN, 24 p. 2009c.

SILVA, J. B.; SALES, G. L. **Um panorama da pesquisa nacional sobre gamificação no ensino de Física**. Tecnia, [S.I], v.2, p. 105-121, 2017. Disponível em: <<http://revistas.ifg.edu.br/tecnica/article/view/172>>. Acesso em: 20 out. 2019.

STUDART, N. **Simulação, games e gamificação no ensino de Física**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21, 2015, Anais... São Paulo: SBF, p. 1-17, 2015.


VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Versão Digital 2, Recife, mar. 2006. Disponível em: <[http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA\\_E\\_CLIMATOLOGIA\\_VD2\\_Mar\\_2006.pdf](http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf) > Acesso em: 25 out. 2019.

VELLOSO, F. C. **Informática: conceitos básicos**. 7. ed. rev. e atualizada, Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV – Imprensa Universitária, 1 reimpr., 448 p, 2000.

WILSEK, M. A. G.; TOSIN, J. A. P. **Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da Resolução de Problemas**. [S.I.:s.n.], 2019. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf> > Acesso em: 11 out. 2019.

# **VIAGEM NA ATMOSFERA TERRESTRE**



**UTILIZANDO UM JOGO VIRTUAL  
EDUCACIONAL PARA ENFATIZAR  
CONCEITOS FÍSICOS  
NO ENSINO FUNDAMENTAL**

**JOSÉ CARLOS DE FRANÇA**





**Universidade Federal Rural do Semi-Árido**

**Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física**

Autor:

**José Carlos de França**

Orientadora:

**Prof.<sup>a</sup> Dra. Erlania Lima de Oliveira**

Coorientador:

**Prof.<sup>o</sup> Dr. Rafael Castelo Guedes Martins**

Jogo desenvolvido por:

**Antônio Kalieso Silveira de Mendonça**

Imagem da capa disponível em:

[http://www.jovemexplorador.iag.usp.br/index.php?p=blog\\_o-que-e-a-atmosfera-terrestre](http://www.jovemexplorador.iag.usp.br/index.php?p=blog_o-que-e-a-atmosfera-terrestre) . Acesso em: 29 de setembro de 2019

MOSSORÓ/RN

2019

## Sumário

Apresentação .....	3
1. Viagem Na Atmosfera Terrestre.....	4
1.1 Introdução.....	4
1.2 Apresentação do jogo Viagem Na Atmosfera Terrestre.....	5
1.2.1 Enredo do jogo .....	5
1.2.2 Entendendo o jogo .....	6
1.2.3 Fases do jogo .....	7
1.2.3.1 Questão-problema.....	8
1.2.3.2 Conceitos das grandezas físicas.....	8
1.2.3.3 Missões .....	8
1.2.3.4 Perguntas .....	9
1.2.3.5 Estrutura das fases do jogo .....	9
1.3 Tutorial do jogo .....	12
1.3.1 Instalação do jogo.....	12
1.3.2 Tela inicial e tela de instruções.....	13
1.3.3 Orientações para o aluno/jogador .....	14
2. Sugestão de Aplicação em Sala de Aula .....	17
2.1 Justificativa.....	17
2.2 A sequência didática.....	17
2.2.1 Etapa I: Apresentando os conceitos das grandezas físicas .....	18
2.2.1.1 Pré-requisito(s) .....	18
2.2.1.2 Objetivo(s).....	18
2.2.1.3 Descrição da atividade.....	18
2.2.1.4 Recursos materiais .....	19
2.2.1.5 Duração.....	19
2.2.2 Etapa II: Apresentação do jogo .....	19
2.2.2.1 Descrição da atividade.....	19
2.2.2.2 Objetivo(s).....	19
2.2.2.3 Recursos materiais .....	20
2.2.2.4 Duração.....	20
2.2.3 Etapa III: Aplicação do jogo.....	20
2.2.3.1 Descrição da atividade.....	20
2.2.3.2 Objetivo(s).....	20
2.2.3.3 Recursos materiais .....	20
2.2.3.4 Duração.....	20
2.2.4 Etapa IV: Avaliação da aprendizagem .....	20
2.2.4.1 Descrição da atividade.....	20
2.2.4.2 Objetivo(s).....	21
2.2.4.3 Recursos materiais .....	21
2.2.4.4 Duração.....	21
3. Acesso aos Arquivos .....	22
4. Considerações Finais .....	23
REFERÊNCIAS .....	24
APENDICE A – Definição dos conceitos físicos abordados no jogo Viagem Na Atmosfera Terrestre.....	25
APÊNDICE B – Avaliação Somativa Individual .....	28

## Apresentação

A Física é uma ciência que procura entender os fenômenos naturais, e de modo geral, como se comporta o Universo. Essa compreensão permita a aquisição de conhecimento.

O estudo de conteúdos pertencentes à área da Física é especialmente importante, estando, por exemplo, diretamente relacionado ao entendimento de fenômenos do cotidiano, e que por sua vez, permite a formação de cidadãos conscientes das suas atitudes, possibilitando uma convivência harmoniosa com o meio em que vive.

Para Bento (2010) a aprendizagem de Ciências deve ser feita já nos primeiros anos de escolaridade, introduzindo-se os conceitos científicos de forma exploratória e conectado aos que os alunos conhecem de seu cotidiano.

Além disso, como afirma Lima e Takahashi (2013), a introdução de conceitos físicos já nas primeiras séries do Ensino Fundamental, pode contribuir para minimizar as dificuldades que os alunos normalmente apresentam no Ensino Médio, em relação à aprendizagem de tópicos da Física.

Embora a Física não seja um componente curricular do Ensino Fundamental, muitos conceitos físicos devem ser trabalhados dentro da disciplina de Ciências.

Assim, foi criado o jogo denominado de “**Viagem Na Atmosfera Terrestre**”. Trata-se de um jogo virtual educacional, desenvolvido no *Unity 3D*, que simula a atmosfera terrestre e que tem a finalidade de enfatizar os conceitos físicos, fundamentais para a compreensão de situações e fenômenos do cotidiano ligados ao estudo dessa região do nosso planeta.

Nesse trabalho, é sugerida ainda, uma sequência didática que utiliza o jogo “**Viagem Na Atmosfera Terrestre**” para potencializar o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos científicos, destacando a necessidade da utilização dos conceitos físicos para o completo entendimento dos eventos do dia a dia, e que podem ser trabalhados com mais ênfase no Ensino Fundamental, promovendo a aquisição do conhecimento de forma significativa, ressaltando a sua aplicabilidade em fatos concretos, contribuindo para a formação ampla do aluno.

*O autor*

# 1. Viagem Na Atmosfera Terrestre

## 1.1 Introdução

Presente também na disciplina de Ciências no Ensino Fundamental, os conceitos físicos contribuem decisivamente para a formação de um aluno habilitado a interpretar e avaliar os mais variados tipos de informação, desenvolvendo um senso de argumentação, participando ativamente das decisões relacionadas ao seu mundo vivencial.

Assim, pode-se afirmar que a formação integral do aluno é facilitada quando ocorre a implementação de metodologias de ensino e aprendizagem que buscam promover a aquisição do conhecimento relacionado aos tópicos da Física.

Dessa forma, o estudo da atmosfera pode ser trabalhado de forma contextualizada, fazendo com que os alunos vejam aplicabilidade dos conceitos físicos na compreensão de situações presentes no seu dia a dia, já no Ensino Fundamental.

Com caráter estritamente educacional, o jogo **Viagem Na Atmosfera Terrestre**, objetiva destacar, de modo qualitativo, conceitos físicos importantes para a compreensão do estudo da atmosfera, conteúdo que no Ensino Fundamental, está presente na disciplina de Ciências, na 6ª ou 7ª séries dessa etapa de ensino, enfatizando-se as seguintes grandezas: massa, peso, volume, densidade, temperatura, calor, altitude, pressão e umidade.

Resumidamente, ele permitirá que o aluno viaje pelas camadas da atmosfera terrestre, e procura demonstrar como os conceitos físicos das grandezas citadas anteriormente, estão presentes e são relevantes para:

- a compreensão do estudo da atmosfera, como sua composição e propriedades;
- o entendimento de situações do cotidiano, como o fato de um barco a vela conseguir se movimentar no mar;
- a explicação de fenômenos atmosféricos como a formação dos ventos, nuvens e chuvas.

E dessa forma, fazendo-se uso das potencialidades dos meios tecnológicos, tão presentes na sociedade contemporânea, e conseqüentemente, na vida dos alunos da atualidade, é possível a introdução de estratégias de ensino que contribuem para melhorar o processo de ensino-aprendizagem, realçando a necessidade da utilização dos conceitos físicos para o completo entendimento de situações reais

Então, vamos todos juntos nessa **Viagem Na Atmosfera Terrestre!**

## 1.2 Apresentação do jogo Viagem Na Atmosfera Terrestre

Esse jogo virtual, como destacado anteriormente, foi criado no *Unity 3D*, que faz parte do pacote que compõe o software *Unity<sup>R</sup>*, desenvolvido pela empresa *Unity Technologies*.

O *Unity* é um dos mais populares motores (*engines*) de desenvolvimento de jogos da atualidade. Uma grande vantagem, é que sua licença de uso é gratuita. Entretanto caso desenvolva um jogo que fature um montante superior a U\$ 100.000,00 (cem mil dólares), sua licença deverá ser comprada. O *Unity* pode ser baixado direto do site oficial e já vem com praticamente todas as funções disponíveis para a versão gratuita.

Para evoluir e finalizar o jogo, é preciso superar os desafios relacionados à fenômenos de natureza atmosférica, como formação dos ventos e das chuvas e outros eventos, que serão melhor compreendidos a partir dos conceitos físicos das grandezas envolvidas nos mesmos.

Como será visto mais adiante, os desafios constantes em cada fase, referem-se a missão de responder certas perguntas e localizar alguns objetos, estando essas duas ações relacionadas a um situação-problema extraída da atmosfera terrestre.

### 1.2.1 Enredo do jogo

A vida na Terra está em perigo. As atividades dos próprios seres humanos podem destruir a atmosfera terrestre, tornando nosso planeta inabitável.

Em uma galáxia distante, havia um planeta que abrigava vida inteligente, semelhante à vida na Terra. Com seres, na sua totalidade aeróbios, possuía uma atmosfera rica em gás oxigênio.

Esse planeta, denominado de **Planeta X**, em decorrência das ações de seus próprios habitantes, teve sua atmosfera destruída, tornando-se um lugar impróprio à vida.

No entanto, alguns indivíduos conseguiram deixar o Planeta X a tempo, e dividiram-se em dois grupos diferentes, que abordo de naves espaciais, viajam pelo Universo em busca de planetas semelhantes ao seu. São os alienígenas amigos e os alienígenas inimigos. Enquanto que os alienígenas amigos buscam os planetas com a meta de alertar os habitantes a respeito da necessidade de se conhecer e preservar a atmosfera planetária, que é fundamental para a existência da vida, os alienígenas inimigos, embora

em pequeno número e sempre no encalço dos primeiros, pretendem se instalar em um planeta que ofereça as condições ideais para a sua sobrevivência.

Ao descobrirem e explorarem o Sistema Solar, identificaram planetas semelhantes ao planeta X, como **Marte**, que aparentemente, possuía uma atmosfera e que poderia ter abrigado vida, e a **Terra**, que de fato tinha uma atmosfera, com formas de vida semelhantes ao Planeta X.

Os extraterrestres amigos concluem que as ações dos habitantes da Terra poderão levar esse planeta ao mesmo fim que o Planeta X.

Dessa forma, decidem ir até a Terra, com o propósito de alertar os terráqueos a respeito da possibilidade da extinção da vida.

Para isso, esses alienígenas escolhem alguns seres humanos para uma **Viagem Na Atmosfera Terrestre**, objetivando-os fazer compreender as características e os fenômenos presentes nessa região do planeta.

Assim, o aluno/jogador, será escolhido para essa importante tarefa, e pilotando uma nave especialmente construída para esse fim, deverá entender os conceitos físicos necessários à explicação dos eventos e à solução dos desafios aos quais serão submetidos durante essa jornada através da atmosfera terrestre.

Além desses desafios, os membros do grupo dos alienígenas inimigos, decidem atacar a nave terráquea.

Devido as condições ótimas oferecidas pelo Planeta Terra, pretendem se instalar aqui. Mesmo em pequeno número, vão tentar impedir que o aluno/jogador chegue até a última camada da atmosfera, e se encontrem com os sobreviventes pacíficos do Planeta X.

Neste momento será mostrada o *ranking* com pontuação final e o tempo gasto nas missões e o número de naves inimigas abatidas.

O conhecimento sobre a atmosfera terrestre, adquirido através dessa viagem, deverá ser o principal objetivo. Ele é fundamental para que o aluno/jogador seja capaz de repassar aos demais habitantes da Terra, as informações que pretendem promover a mudança de pensamento e salvar nosso planeta da possível catástrofe.

### **1.2.2 Entendendo o jogo**

Nesse jogo, o aluno deve responder perguntas e encontrar objetos relacionados às características, situações-problemas ou fenômenos naturais da atmosfera terrestre.

Inicialmente, o aluno/jogador é direcionado para uma tela com perguntas, sendo necessário respondê-las para iniciar a missão.

As perguntas são objetivas, contendo quatro opções, sendo apenas uma a correta e têm a finalidade de verificar se os conceitos físicos que explicam os fenômenos presentes na atmosfera, foram compreendidos pelo aluno. Ao escolher uma das opções como resposta, uma mensagem é exibida, indicando se o jogador (aluno) errou ou acertou.

Após responder as perguntas, a missão é liberada e o aluno (jogador) tem que encontrar o objeto.

O tempo para responder as perguntas e encontrar os objetos, é contabilizado, juntamente com os pontos obtidos pelos acertos, estabelecendo-se um *ranking*.

O aluno (jogador) ainda pode consultar conceitos de grandezas físicas importantes sobre fenômenos e eventos na atmosfera terrestre e no jogo, como volume, massa, densidade, pressão e altitude. O tempo é pausado e a tela congelada quando clicar nesses conceitos para ver a definição.

O jogo será composto por sete fases, na qual em cada uma delas, o aluno/jogador terá que responder duas perguntas para iniciar a missão de encontrar os objetos e assim seguir para a próxima fase.

Além disso, surgem as naves espaciais inimigas e o aluno/jogador pode atirar um raio paralisante na mesma. O total de naves abatidas será mostrado no final das missões.

Depois da sétima fase, na última camada da atmosfera, o aluno/jogador irá se deparar com os sobreviventes pacíficos do Planeta X, sendo encerrado o jogo.

Todas as informações adquiridas sobre a atmosfera nessa jornada, será usada para evitar a destruição da Terra, pois através desse conhecimento, que deverá ser repassado, o aluno/jogador promoverá a conscientização dos demais terráqueos sobre a importância e os cuidados com a atmosfera do Planeta Terra.

### 1.2.3 Fases do jogo

Cada uma das sete fases do jogo foi pensada de modo que o aluno/jogador perceba a importância da grandeza física envolvida na questão-problema, que dá origem as perguntas e a busca pelos objetos durante a viagem pela atmosfera terrestre.

Logo, em cada fase, será apresentada ao aluno/jogador:

- **uma questão-problema:** que tem origem no conteúdo referente ao estudo da atmosfera terrestre e que trata de alguma situação extraída do nosso cotidiano;

- **duas perguntas:** que enfatizam os conceitos físicos necessários à resolução da questão – problema;
- **uma missão:** baseada na questão-problema e que consiste em se localizar objetos, tomando como referência a altitude e as características da atmosfera nesse local.

Para que se entenda melhor a dinâmica do jogo, a seguir, serão destacados cada um dos elementos citados anteriormente, juntamente com outros tópicos igualmente relevantes.

### 1.2.3.1 Questão-problema

Questão-problema, nesse jogo, deve-se compreendida como um questionamento sobre determinada situação presente no cotidiano e que tem o objetivo de contextualizar, dando aplicabilidade e concretude aos conceitos físicos.

Estão diretamente relacionadas à fenômenos naturais e outros eventos na atmosfera terrestre. Uma das questões-problemas do jogo é a seguinte:

*O que faz as pás de uma torre eólica se movimentar?*

Essa questão-problema objetiva fazer o aluno/jogador entender o que são os ventos, explicando a sua formação a partir dos conceitos das grandezas densidade, pressão atmosférica, peso, altitude, calor e temperatura.

### 1.2.3.2 Conceitos das grandezas físicas

O grande objetivo do jogo é fazer com que os alunos entendam e percebam a importância dos conceitos das grandezas físicas necessários ao entendimento e resolução da questão-problema.

Para os fenômenos naturais e outros eventos na atmosfera terrestre reproduzidos no jogo, destacam-se e são trabalhadas as seguintes grandezas: volume, massa, densidade, peso, pressão, altitude, umidade, temperatura e calor.

### 1.2.3.3 Missões

A missão em cada fase do jogo, consiste basicamente, em a partir da questão-problema, localizar os objetos e responder as duas perguntas.

Deve-se entender por objetos, os elementos concretos do jogo relacionados à questão-problema, como por exemplo torre eólica (aerogerador), balão e nuvem.



No jogo, existem sete objetos posicionados de maneira estratégica, de modo a fazer com que o aluno/jogador perceba a importância das grandezas físicas que caracterizam a região da atmosfera na qual devem ser encontrados.

#### 1.2.3.4 Perguntas

Como destacado anteriormente, para que o aluno/jogador passe à próxima fase do jogo é necessário responder duas perguntas relacionadas à questão-problema e que objetiva verificar a aplicação dos conceitos físicos na resolução do desafio proposto.

Elas constituem uma parte importante do jogo, uma vez que as respostas corretas são convertidas em pontos e que dependendo da proposta metodológica envolvida na utilização desse jogo, poderá ser utilizado como avaliação de desempenho.

A seguir, será reproduzida uma dessas perguntas com as opções de resposta.

*O fenômeno da inversão térmica contribui para aumentar os efeitos da poluição atmosférica nos grandes centros urbanos, pois:*

- a) há alteração no sentido do movimento das correntes de ar, quando o ar mais frio fica abaixo da camada de ar mais quente, provocando a acumulação dos poluentes.*
- b) ela ocorre quando o ar mais quente (menos denso) e mais leve, sobe levando consigo os poluentes atmosféricos.*
- c) no inverno, os dias são mais curtos, havendo um maior aquecimento do solo e da camada de ar mais próxima a ele, que por ser menos denso, sobe levando os poluentes.*
- d) no verão há um menor aquecimento do solo e da camada de ar próxima a ele, que tem uma temperatura menor, é mais densa e não sobe, acumulando os poluentes.*

Importante destacar que cada fase do jogo possui quatro perguntas, sendo que duas são selecionadas aleatoriamente para o aluno/jogador em cada fase (e em cada partida). Isso significa que se for jogado novamente, em cada fase, poderão ser apresentadas perguntas diferentes.

#### 1.2.3.5 Estrutura das fases do jogo

Para que se compreenda o que é esperado do aluno/jogador em cada fase do jogo, é válido destacar como cada uma delas foi pensada e está estruturada.

- **Fase 1**

- *Questão-problema:* o que faz as pás da torre eólica se movimentar?

- *Missão*: responder as perguntas relacionadas à questão-problema e identificar a área onde está localizado uma torre de energia eólica (aerogerador).
  - *Altitude (localização) do objeto*: na superfície terrestre.
  - *Grandezas físicas*: densidade, pressão atmosférica, peso, altitude, calor e temperatura.
  - *Objetivo*: entender o que são os ventos, explicando a sua formação a partir dos conceitos físicos das grandezas citadas anteriormente.
- **Fase 2**
    - *Questão-problema*: O que é a inversão térmica e quais suas consequências para os seres humanos?
    - *Missão*: responder as perguntas relacionadas à questão-problema e localizar a fábrica liberando fumaça nas proximidades.
    - *Altitude (localização) do objeto*: na superfície terrestre.
    - *Grandezas físicas*: densidade, temperatura, altitude e pressão atmosférica.
    - *Objetivo*: utilizar os conceitos físicos das grandezas citadas anteriormente para explicar o fenômeno da inversão térmica.
- **Fase 3**
    - *Questão-problema*: como se formam as nuvens e ocorrem as chuvas?
    - *Missão*: responder as perguntas relacionadas à questão-problema e localizar a nuvem de chuva.
    - *Altitude (localização) do objeto*: 2 000 m ou 2 km de altitude.
    - *Grandezas físicas*: temperatura, pressão, densidade, umidade do ar, altitude e peso.
    - *Objetivo*: entender como se formam as nuvens e ocorrem as chuvas, a partir dos conceitos físicos das grandezas listadas anteriormente.
- **Fase 4**
    - *Questão-problema*: o que faz um balão de ar quente flutuar?
    - *Missão*: responder as perguntas relacionadas à questão problema e encontrar o balão nas proximidades.
    - *Altitude (localização) do objeto*: 9 000 m (9 km) de altitude.
    - *Grandezas físicas*: volume, massa, densidade, pressão atmosférica, altitude, peso e temperatura.

- *Objetivo:* Entender como um balão de ar quente flutua no ar, relacionando os conceitos físicos das grandezas citadas anteriormente, com a compreensão do evento estudado.
- **Fase 5**
  - *Questão-problema:* por que as aeronaves voam na troposfera, entre 10 e 12 km de altitude (aviões de passageiros) ou acima dos 15 km de altitude (aviões supersônicos)?
  - *Missão:* responder as perguntas relacionadas à questão-problema e encontrar a aeronave em movimento na região específica da atmosfera.
  - *Altitude (localização) do objeto:* 20 km ou 20 000 m de altitude.
  - *Grandezas físicas:* pressão atmosférica, densidade e altitude.
  - *Objetivo:* entender a altitude ideal para o voo de cada tipo de aeronave, fazendo uso dos conceitos físicos das grandezas relacionados anteriormente, para essa compreensão.
- **Fase 6**
  - *Questão-problema:* o que são os meteoros ou “estrelas cadentes”?
  - *Missão:* responder as questões relacionadas à questão-problema e localizar a chuva de meteoros (ou estraladas cadentes) que está ocorrendo.
  - *Altitude (localização) do objeto:* 50 km (5 000 m) a 80 (80 000 m) km de altitude.
  - *Grandezas físicas:* temperatura, calor, densidade, altitude e peso.
  - *Objetivo:* entender o que são as chamadas estrelas cadentes, verificando a necessidade dos conceitos físicos das grandezas citados anteriormente para a explicação desse fenômeno.
- **Fase 7**
  - *Questão-problema:* como ocorrem as transmissões de rádio e de TV a longas distâncias?
  - *Missão:* responder as perguntas relacionadas à situação-problema e localizar nas proximidades, o satélite de comunicação.
  - *Altitude (localização) do objeto:* 35 000 km a 36 000 km de altitude.
  - *Grandezas físicas:* altitude, densidade e peso.
  - *Objetivo:* explicar como ocorrem as transmissões de rádio e TV a longas distâncias das estações transmissoras, utilizando os conceitos físicos das grandezas listadas anteriormente.

## 1.3 Tutorial do jogo

### 1.3.1 Instalação do jogo

O arquivo de instalação do jogo **Viagem Na Atmosfera Terrestre** pode ser baixado clicando-se em um *link*, que é disponibilizado mais adiante nesse material, ou digitando-se o mesmo na barra de endereços de um navegador de internet.

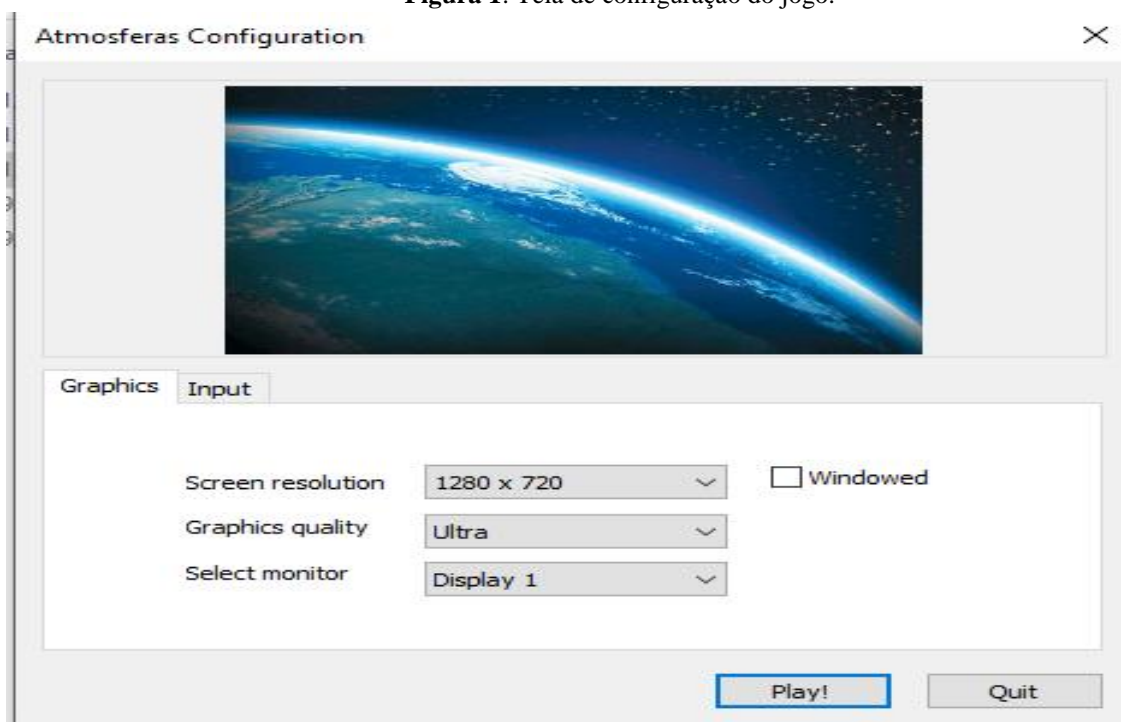
Como se trata de um jogo para computador, os requisitos para o mesmo funcionar corretamente são:

- Sistema operacional: *Windows 7 (64 bits)* ou *Windows 10 (64 bits)*;
- Conexão com internet: necessária para iniciar o jogo.

Após baixar o arquivo, deverá descompactá-lo, utilizando algum aplicativo que tem essa finalidade. Também será fornecido um *link* para baixar um programa que executa essa função e que pode ser utilizado gratuitamente.

Dentro da pasta gerada, deve-se clicar duas vezes com o botão direito do *mouse* no arquivo denominado **Atmosferas**. A tela de configuração do jogo surgirá, como demonstrado na Figura 1.

Figura 1: Tela de configuração do jogo.



Fonte: *Print Scream* do jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre (2019).

Nessa janela, pode-se destacar a possibilidade de escolher a resolução da tela em *Screen resolution*, a qualidade dos gráficos em *Graphics quality* e o tamanho e modo de tela em *Windowed*.

Deve-se clicar no botão **Play** para iniciar o jogo ou no botão **Quit**, caso se deseje sair das configurações.

### 1.3.2 Tela inicial e tela de instruções

Ao clicar no botão **Play** a conexão com a internet será testada, aparecendo a tela reproduzida na Figura 2.

Figura 2: Tela inicial do jogo.



Fonte: *Print Scream* do jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre (2019).

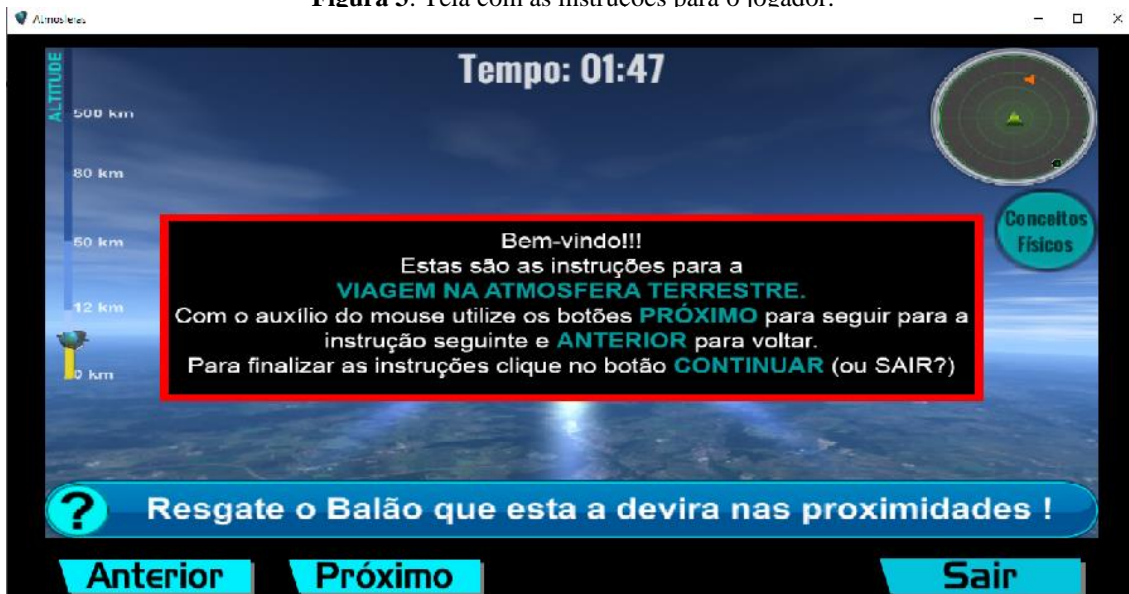
Na tela inicial do jogo, conforme Figura 2, tem-se o título do jogo: **Viagem Na Atmosfera Terrestre**. Ao clicar em **Iniciar**, será exibido o enredo do jogo. Em **Sobre**, estão presentes informações sobre o jogo, conforme descrito no tópico 1.2.2. Ao clicar em **Créditos**, é feita referência àqueles que participaram da construção do jogo. E em **Sair**, o jogo será finalizado.

Para dar prosseguimento ao jogo, depois de acessar a opção **Iniciar**, surgindo a janela que descreve o enredo do jogo, deve-se clicar no botão **Aceitar**. Na tela que irá surgir, é preciso clicar em **Seguir**.

Após clicar em **Seguir**, será mostrada uma tela, conforme a Figura 3, e que disponibiliza todas as instruções necessárias para o aluno/jogador.

Para ter conhecimento das instruções, é preciso ir clicando no botão **Próximo** da Figura 3 até chegar à última tela. Caso necessite rever alguma instrução, basta clicar em **Anterior**. Ao clicar no botão **Sair**, surgirão as perguntas e a missão correspondente à primeira fase do jogo.

Figura 3: Tela com as instruções para o jogador.

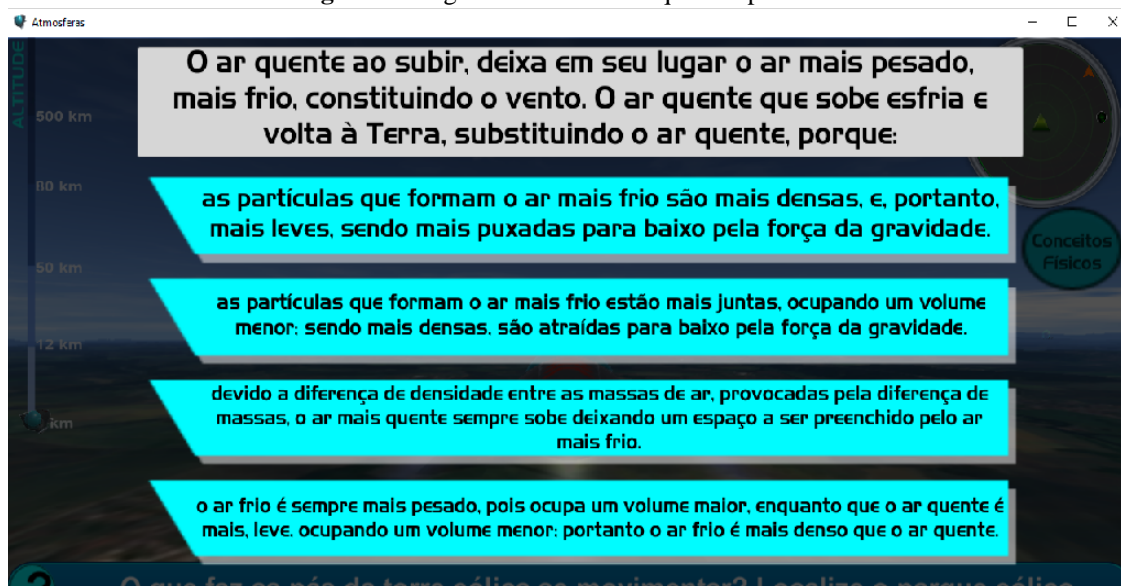


Fonte: *Print Scream* do jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre (2019).

### 1.3.3 Orientações para o aluno/jogador

Após clicar no botão **Sair**, como reproduzido na Figura 3 anterior, o jogo de fato será iniciado. Uma tela com perguntas relacionadas à questão-problema da primeira fase surgirá, como pode ser visto na Figura 4, e o aluno/jogador necessita responder duas perguntas para iniciar a missão. A cada resposta correta, o jogador recebe uma pontuação.

Figura 4: Pergunta relacionada à questão-problema



Fonte: *Print Scream* do jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre (2019).

Ao clicar na alternativa escolhida como correta, será remetida uma mensagem ao jogador informando se o mesmo errou ou acertou a questão. Depois de responder as duas perguntas, a missão será liberada, como demonstrado na Figura 5.

**Figura 5:** Tela do jogo demonstrando uma das missões.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Na Figura 5, pode-se ver a nave (1) que deverá ser pilotada pelo aluno/jogador. Utiliza-se as teclas **W**, **A**, **S** e **D** do teclado do computador ou as teclas direcionais para controlar a nave. A tecla **ESPAÇO** é usada para acelerar e a tecla **Alt** para reduzir a velocidade. Quando as naves alienígenas inimigas surgirem, elas poderão ser neutralizadas com raios congelantes disparados por sua nave através da tecla **B** do teclado. A mira pode ser utilizada para auxiliar a acertar o alvo.

Ainda na Figura 5, tem-se o objeto a ser encontrado em (2), de acordo com a questão-problema proposta em (3). A nave do aluno/jogador deverá passar por dentro do círculo azul para completar a missão. Em (4), tem-se as informações sobre a altitude, para auxiliar o aluno/jogador a se situar e localizar o objeto. Além disso, o radar em (5) pode ser utilizado para localizar os objetos e as naves alienígenas inimigas. O tempo para realizar as missões pode ser acompanhada em (6). E em (7), o jogador terá acesso aos conceitos das grandezas físicas que o ajudarão no entendimento da questão-problema e nas respostas das perguntas.

É importante destacar que não foram feitos grandes aprofundamentos nas definições desses conceitos, nem tampouco foram tratados de modo superficial. Como o objetivo é permitir uma rápida consulta do jogador, essas definições se restringem apenas ao entendimento necessário à resolução da questão-problema. O **APÊNDICE A** disponibiliza essas definições.

Tendo passado por todas as fases, o aluno/jogador terá acesso a uma tela com pontuação, correspondente às perguntas respondidas corretamente, o número de naves

alienígenas inimigas abatidas e o tempo decorrido para realizar as missões, conforme Figura 6.

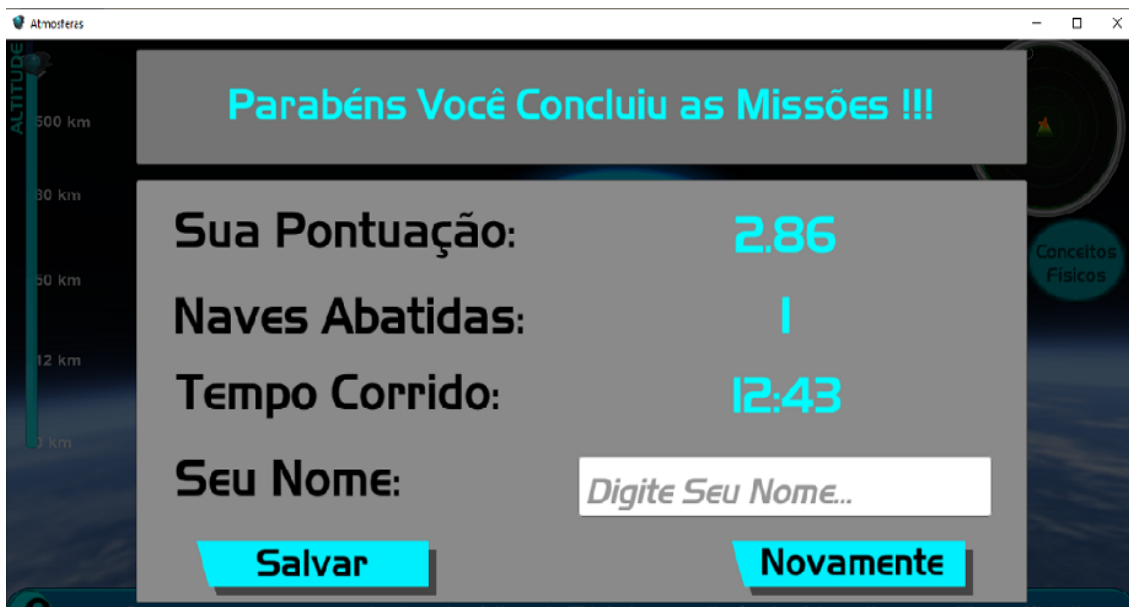
**Figura 6:** Dados correspondentes a jornada do jogador.



Fonte: *Print Scream* do jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre (2019).

Como pode ser visto ainda na Figura 6, o aluno/jogador precisa digitar um nome e clicar em **Salvar** para que os dados de sua jornada possam ser armazenados, estabelecendo um *ranking*, como indicado na Figura 7.

**Figura 7:** *Ranking* estabelecido após finalização das missões.



Fonte: *Print Scream* do jogo virtual Viagem Na Atmosfera Terrestre (2019).

É válido ressaltar que no jogo existe um tutorial completo que ajudará o aluno/jogador no entendimento e realização das missões.



## 2. Sugestão de Aplicação em Sala de Aula

### 2.1 Justificativa

A seguir será sugerida uma sequência didática que objetiva enfatizar os conceitos físicos das grandezas presentes em eventos e fenômenos naturais da atmosfera, fazendo uso do jogo virtual educacional **Viagem Na Atmosfera Terrestre**.

De acordo com Dempsey, Lucassen e Rasmussen (1996), os jogos educacionais, também denominados jogos sérios (*serious games*), são especificamente projetados para ensinar as pessoas acerca de um determinado assunto, expandir conceitos, reforçar o desenvolvimento, ou auxiliá-las exercitando uma habilidade ou buscando uma mudança de atitude enquanto jogam.

Geralmente, esses jogos são concebidos de forma a equilibrar o assunto com a jogabilidade e a capacidade do jogador para reter e aplicar conceitos do assunto ao mundo real (BATTISTELA, WANGENHEIN e FERNANDES, 2014).

A utilização de jogos no ensino, como afirma Prensky (2001), é denominada de **aprendizagem baseada em jogos**. A aprendizagem baseada em jogos desenvolve nos alunos uma aprendizagem ativa, permitindo, em alguns casos, uma maior participação e compreensão do conteúdo (BONWELL e EISON, 1991).

Em se tratando dos jogos virtuais ou digitais, Ribeiro, Timm e Zaro (2006), afirmam que eles possibilitam que os jogadores explorem e encontrem, através de suas ações, o significado de elementos conceituais, a visualização de situações reais e os resultados possíveis do acionamento de fenômenos de sua realidade.

Desse modo, essa proposta metodológica tem o objetivo de mostrar como os conceitos físicos são importantes para o entendimento de situações do cotidiano, e que podem ser tratados com mais ênfase já no Ensino Fundamental. Isso se justifica na medida em que: “leis, teorias e modelos científicos fazem sentido apenas dado os problemas que as originaram e que buscam responder” (SILVA e PENIDO, 2013).

### 2.2 A sequência didática

O objetivo dessa sequência didática é fazer com que os alunos consigam entender a importância dos conceitos físicos de certas grandezas na explicação de problemas relacionados às situações presentes na atmosfera terrestre e ligadas ao dia a dia.

Essa proposta, que tem como público alvo alunos da 6ª ou 7ª série do Ensino Fundamental II, foi dividida em quatro etapas, que serão detalhadas a seguir.

## **2.2.1 Etapa I: Apresentando os conceitos das grandezas físicas**

### **2.2.1.1 Pré-requisito(s)**

É necessário que os alunos já tenham estudado os conteúdos relacionados à atmosfera terrestre, como seu conceito e suas camadas.

### **2.2.1.2 Objetivo(s)**

Partindo dos conhecimentos adquiridos pelos alunos no estudo da atmosfera terrestre, pretende-se destacar os conceitos físicos de algumas grandezas que podem melhor caracterizá-la, explicando fenômenos naturais e eventos do cotidiano.

### **2.2.1.3 Descrição da atividade**

Nessa primeira etapa serão introduzidos os conceitos físicos das grandezas físicas pertencentes ao estudo da atmosfera terrestre, e que servirão para levar o aluno ao entendimento de fenômenos da realidade.

Caso o professor veja a necessidade de uma revisão a respeito da atmosfera terrestre e suas camadas, terá acesso a uma apresentação de *slides* do *Microsoft PowerPoint*, que pode ser obtida a partir do *link* disponível no tópico 4 desse material.

Deverão ser ministradas aulas expositivas dialogadas, na qual o professor irá enfatizar os conceitos físicos das grandezas envolvidas no entendimento de situações existentes na atmosfera terrestre.

Essas aulas devem estar organizadas de modo que os conceitos físicos sejam relacionados aos exemplos concretos do cotidiano. Após a apresentação e discussão do conceito de Física, de fenômeno e do que seja uma grandeza física, o professor passará a definir grandezas físicas importantes para o estudo da atmosfera, a saber: massa, volume, densidade, peso, pressão, altitude, umidade, temperatura e calor, surgindo conceitos de outras grandezas, como o de força da gravidade. Além disso, é pertinente fazer uma revisão sobre as mudanças de estado físico da matéria.

No tópico 4, está disponível um *link* para uma apresentação de *slides* do *Microsoft PowerPoint* com uma sugestão de aula que aborda as definições desses conceitos.

#### **2.2.1.4 Recursos materiais**

Computador, projetor multimídia e apresentação de slides.

#### **2.2.1.5 Duração**

Serão necessárias duas aulas de 50 minutos cada uma, para a realização dessa etapa.

### **2.2.2 Etapa II: Apresentação do jogo**

#### **2.2.2.1 Descrição da atividade**

Nesta etapa, o professor deverá fazer a apresentação do jogo aos alunos. Para isso, poderá reproduzir a tela inicial do jogo com o uso de um projetor multimídia, ou se preferir, pedir que os alunos inicializem o jogo nos computadores que serão utilizados nas atividades.

Na tela inicial, deverá dar destaque ao botão **Iniciar**, fazendo os alunos tomarem conhecimento do enredo, e o botão **Sobre** que fornece importantes informações. Em seguida, tratará do tutorial, que está presente no próprio jogo.

Antes de iniciar de fato o jogo, sugere-se a divisão dos alunos em grupos, com o objetivo de se criar um clima de competição, tornando a atividade mais empolgante.

Se o professor adotar essa ideia, é importante informar que a equipe vencedora será aquela que fizer a maior pontuação, com o tempo decorrido para realizar as missões, seguido pelo número de naves inimigas abatidas, respectivamente, como critérios de desempate. A equipe que vencer a competição poderá ser premiada.

O número de componentes da equipe dependerá da quantidade de computadores disponíveis. Porém, isso não interfere na dinâmica da atividade, uma vez que as perguntas presentes no jogo necessitam de um trabalho conjunto dos alunos para se chegar à resposta correta. Além disso, poderá ser exigido que os componentes de cada equipe se alternem na tarefa de pilotar a nave, para realizar as missões.

#### **2.2.2.2 Objetivo(s)**

Fazer com que os alunos incorporem a personagem do jogo e se sintam motivados para solucionar os desafios propostos.

### **2.2.2.3 Recursos materiais**

Computador e projetor multimídia.

### **2.2.2.4 Duração**

Será necessária 1 aula de 50 minutos para a realização dessa etapa.

## **2.2.3 Etapa III: Aplicação do jogo**

### **2.2.3.1 Descrição da atividade**

Nesta etapa, com jogo o previamente instalado nos computadores, os alunos iniciarão a competição, respondendo perguntas e localizando objetos relacionados à questão-problema proposta em cada fase.

Como visto anteriormente, cada uma das fases do jogo foi desenvolvida de modo a dar ênfase aos conceitos de determinadas grandezas físicas, fazendo com que os alunos compreendam a sua relevância para o entendimento da questão-problema, que está ligada à pergunta e à missão.

### **2.2.3.2 Objetivo(s)**

Fazer com que os alunos respondam as perguntas e realizem as missões relacionadas à questão-problema presente na atmosfera terrestre, a partir dos conceitos físicos das grandezas destacadas.

### **2.2.3.3 Recursos materiais**

Computador com acesso à internet.

### **2.2.3.4 Duração**

Para esta etapa poderão ser utilizadas até duas aulas de 50 minutos cada uma.

## **2.2.4 Etapa IV: Avaliação da aprendizagem**

### **2.2.4.1 Descrição da atividade**

Finalizado o jogo e identificada a equipe vencedora, deve-se avaliar se os alunos entenderam a importância dos conceitos físicos das grandezas enfatizadas, e se conseguiram solucionar a questão-problema, alcançando os objetivos pretendidos por essa proposta metodológica.

Essa avaliação será composta por dois momentos, como será visto a seguir.

- *Momento I: Reaplicação do jogo*

A pontuação obtida por cada equipe pode ser utilizada para verificar se os objetivos de cada fase foram atingidos. O professor deve solicitar que os alunos joguem mais uma partida, para poder comparar sua pontuação com a obtida anteriormente.

Como os pontos correspondem ao número de perguntas respondidas corretamente, pode-se verificar se houve evolução ou não, na solução para o problema proposto em cada fase, e que estarão refletidas no novo valor da pontuação.

Para isso, o professor deverá analisar o *ranking* disponibilizado pelo jogo.

- *Momento II: Avaliação somativa individual*

Essa avaliação tem o objetivo de verificar se o aluno entendeu a relevância dos conceitos físicos no estudo da atmosfera para a explicação de fenômenos do cotidiano.

As questões podem ser de múltipla escolha, abordando situações do dia a dia que se façam necessários o uso dos conceitos físicos para seu pleno entendimento.

Essas questões podem ainda fazer referências aos problemas tratados nas fases do jogo **Viagem Na Atmosfera Terrestre**. No **APÊNDICE B**, existe uma sugestão de uma atividade somativa individual. No tópico 4, há um *link* que também disponibiliza essa mesma atividade com o gabarito.

#### **2.2.4.2 Objetivo(s)**

Avaliar se os objetivos pretendidos pela aplicação da estratégia metodológica foi atingido, verificando se os alunos conseguiram entender os fenômenos e eventos na atmosfera terrestre fazendo uso dos conceitos físicos das grandezas aqui enfatizadas.

#### **2.2.4.3 Recursos materiais**

Computador com acesso à internet e atividade impressa.

#### **2.2.4.4 Duração**

Para esta etapa serão necessárias quatro aulas de 50 minutos cada uma.

### 3. Acesso aos Arquivos

Para baixar os programas e os documentos de texto e apresentações de *slides* citados, deve-se clicar no *link* correspondente ao arquivo ou digitá-lo na barra de endereços de algum navegador de internet, sendo direcionado ao aplicativo *Google Drive*.

Abaixo estão listados os arquivos e seus respectivos *links*.

1. Arquivo executável do jogo **Viagem Na Atmosfera Terrestre**.

*Link:*

<https://drive.google.com/open?id=1T9tQozsBSZbiAvyMvardSPUXiLkJhdvk>

Nome do arquivo: **VNAT**.

2. Programa *WinRar* para descomprimir ou descompactar arquivos.

*Link:*

<https://drive.google.com/open?id=1oL38IQsbdf8m2XXvsUXnsrUp6bJVJabB>

Nome do arquivo: **WinRar - 64 bits**.

3. Apresentação de slides do *Microsoft PowerPoint* da revisão do estudo da atmosfera:

*Link*

[https://drive.google.com/open?id=1-eSfrKOQZaLoG\\_mA7hAUW2Wq4xaa6g-Z](https://drive.google.com/open?id=1-eSfrKOQZaLoG_mA7hAUW2Wq4xaa6g-Z)

Nome do arquivo: **Revisão das Camadas da Atmosfera**.

4. Apresentação de *slides* do *Microsoft PowerPoint* sobre os conceitos das grandezas físicas:

*Link:*

[https://drive.google.com/open?id=1kF\\_9ZXW0P6cmVLWXAOoFnR2QA\\_463IFM](https://drive.google.com/open?id=1kF_9ZXW0P6cmVLWXAOoFnR2QA_463IFM)

Nome do arquivo: **Definição dos Conceitos das Grandezas Físicas**.

5. Documento de texto do *Microsoft Word* da Avaliação Somativa Individual com gabarito.

*Link:*

<https://drive.google.com/open?id=1txwva53ZaDbIgrQMLwfj0p5jUCWU9jG1>

Nome do arquivo: **Avaliação Somativa Individual**.

Quando o *link* for aberto, no canto superior direito da tela, clique na seta para fazer o *download* do arquivo (Figura 8).

**Figura 8:** Local para ter acesso ao arquivo.



Fonte: *Print Screenshot* do Google Drive (2019).

## 4. Considerações Finais

É chegado o final dessa **Viagem Na Atmosfera Terrestre**.

Espera-se que a leitura desse material tenha deixado evidente a importância de se dar um maior destaque no trabalho com os conceitos físicos no Ensino Fundamental.

O exposto aqui foi apenas uma sugestão da aplicação de um jogo virtual como estratégia metodológica que pode potencializar o ensino no ambiente escolar.

Isso significa que o professor poderá adaptar este material para as mais diferentes realidades e finalidades, se assim o desejar, ou simplesmente, utilizar parte dele.

O objetivo da proposta metodológica foi de demonstrar como os jogos digitais podem contribuir para dinamizar as aulas, dando concretude e aplicabilidade aos conceitos científicos, e físicos, em particular, relacionando-os a situações presentes no cotidiano dos alunos, que por sua vez, tornam-se participantes ativos do processo de ensino e aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- BATTISTELA, P. E; WANGENHEIM, C. G. V; FERNNADES, J. M. **Como jogos educacionais são desenvolvidos? Uma revisão sistemática da literatura.** RepositórioUM – Sociedade Brasileira de Computação, [S.I.], jul. 2014. Disponível em:<<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/33145>>. Acesso em: 29 set. 2019.
- BENTO, S. I. S. **Impactos do Programa de Formação de Professores do 1º Ciclo do Ensino Básico em Ensino Experimental das Ciências nas Aprendizagens das Crianças.** Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa, 2010.
- BONWELL, C. C.; EISON, J. A. **Active Learning: Creating Excitement in the Classroom.** Eric Digests, Washington, 1991.
- DEMPSEY, J. V., LUCASSEN, B.; RASMUSSEN, K. **The Instructional Gaming Literature: Implications and 99 Sources.** Tech. Report 96-1, College of Education, University of South Alabama, EUA, 1996.
- LIMA, S. C; TAKASHASHI, E. K. **Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental com o uso da experimentação virtual.** Revista Brasileira de Ensino de Física, [S. I.], v. 35, n. 2, 2013. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/68720660-Construcao-de-conceitos-de-eletricidade-nos-anos-iniciais-do-ensino-fundamental-com-uso-de-experimentacao-virtual.html>> Acesso em: 16 set. 2019.
- PRENSKY, M. **Digital Game-Based Learning.** McGraw-Hill, Universidade da Califórnia, p. 442, 2001.
- RIBEIRO. L. O. M.; TIMM, M. I.; ZARO, M. A. **Modificações em jogos digitais e seu uso potencial como tecnologia educacional para o ensino de engenharia.** Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 4, n. 1, jul.2006. Disponível em:< [http://www.cinted.ufrgs.br/renoteold/jul2006/artigosrenote/a36\\_21203.pdf](http://www.cinted.ufrgs.br/renoteold/jul2006/artigosrenote/a36_21203.pdf)>. Acesso em: 18 set. 2019.
- SILVA, C. S.; PENIDO, M. C. M. **Problematização em aulas de Física.** Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC), Águas de Lindóia/SP, 10-14 nov. 2013. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1508-1.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2019.



## APENDICE A – Definição dos conceitos físicos abordados no jogo Viagem Na Atmosfera Terrestre

### • FÍSICA

- É uma ciência que procura entender os fenômenos naturais, e de um modo geral, como se comporta o Universo. Essa compreensão permite a aquisição do conhecimento. O estudo de conteúdos relacionados à Física é especialmente importante, pois estão diretamente relacionados ao entendimento de fenômenos do cotidiano. Esse entendimento também permite a formação de cidadãos conscientes das suas atitudes, possibilitando uma convivência harmoniosa com o meio em que se vive.

### • ATMOSFERA

- O ar forma uma camada em volta da Terra, denominada de Atmosfera (do grego *atmo*, ‘gás, vapor’ e *sphaira*, ‘esfera’). A respiração, a fotossíntese das plantas, o movimento de um carro, uma vela acesa, são processos bem diferentes, mas que possuem um ponto em comum, pois em todos eles estão presentes algum componente da atmosfera.

Extraído e adaptado de: GEWANDSZNADJER, F. **Ciências: Planeta Terra (Projeto Teláris: 6º Ano Ensino Fundamental II)**. 2 ed., São Paulo: Ática, 2015.

### • VOLUME

- Podemos definir volume como o espaço ocupado por um corpo. Um balão de ar quente fica cheio porque contém ar. Logo, o ar também possui volume, ocupando um lugar no espaço.

Extraído e adaptado de: GEWANDSZNADJER, F. **Ciências: Planeta Terra (Projeto Teláris: 6º Ano Ensino Fundamental II)**. 2 ed., São Paulo: Ática, 2015.

### • MASSA

- A massa está relacionada à quantidade de matéria que compõem um corpo. Considere um balão de festa vazio sobre uma balança, que marca 2,4 gramas. Com o balão cheio, essa mesma balança marca 2,9 gramas. Assim, a balança indica uma massa 0,5 g maior para o balão cheio de ar. Logo, o ar tem massa.

Extraído e adaptado de: GEWANDSZNADJER, F. **Ciências: Planeta Terra (Projeto Teláris: 6º Ano Ensino Fundamental II)**. 2 ed., São Paulo: Ática, 2015.

### • PESO

- Há uma diferença entre a massa e o peso de um corpo. Assim, o balão de festa cheio de ar pesa mais que o balão vazio, pois tem uma maior quantidade de

ar. O peso de um corpo é a força com o qual a Terra atrai esse corpo. Essa força é chamada de força gravitacional ou gravidade. Isso explica, por exemplo, porque todos os corpos caem em direção ao solo. O peso depende da massa e do local. Quanto maior a massa do corpo e a força com que é atraído para baixo, maior é seu peso.

Extraído e adaptado de: GEWANDSZNADJER, F. **Ciências: Planeta Terra (Projeto Teláris: 6º Ano Ensino Fundamental II)**. 2 ed., São Paulo: Ática, 2015.

- **DENSIDADE**

- É a relação entre a massa e o volume de um corpo. Quanto maior a massa do corpo para um mesmo volume, maior será sua densidade. Já para uma mesma massa, quanto maior o volume do corpo, menor será sua densidade. Quando as partículas que formam o ar estão mais concentradas, essa região possui uma grande densidade. Quando a concentração das partículas é menor; a densidade é menor e dizemos que o ar está rarefeito, com suas partículas mais distantes entre si.

Extraído e adaptado de: FOGAÇA, J. R. V. **O que é densidade?** Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-densidade.htm>>. Acesso em 7 set. 2019.

- **TEMPERATURA**

- A temperatura de um corpo está relacionada a quanto as partículas que formam um corpo se movimenta. Quanto maior a temperatura maior é o movimento delas. Por exemplo: na água fervendo as partículas se movimentam mais que na água à temperatura ambiente. Com um instrumento denominado de termômetro, como o mostrado na imagem ao fundo, pode-se comparar/medir de fato a temperatura de um corpo.

Extraído e adaptado de: “**Temperatura: Só Física**. Virtuoso Tecnologia da Informação, 2008-2019. Disponível em: <<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Termologia/Termometria/temperatura.php>>. Acesso em: 5 jan. 2019.

- **CALOR**

- Calor é a energia que se transfere de forma espontânea de um corpo mais quente para outro mais frio. A sensação de quente e frio que temos encontra-se associada ao calor e não à temperatura dos corpos ou ambiente em questão. Quando há muito calor saindo dos nossos corpos, temos a sensação de “frio”, e quando há pouco calor liberado pelo corpo ao ambiente, temos a sensação

de “quente”. Quando um corpo recebe calor aumenta sua temperatura e quando perde calor diminui sua temperatura.

Extraído e adaptado de: **Temperatura e calor**. Disponível

em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/temperatura-calor.htm>>. Acesso em: 6 de mai. 2018.

- **ALTITUDE**

- A altitude é a altura de qualquer objeto ou acidente geográfico em relação ao nível do mar. Isto é, a distância desde o nível médio das águas do mar até um determinado lugar.

Extraído e adaptado de: **Clima: influência da altitude**. Disponível em:

<<https://geografalando.blogspot.com/2012/II/influencia-da-latitude-e-altitude.html>>. Acesso: 8 set. 2019.

- **PRESSÃO ATMOSFÉRICA**

- A pressão corresponde à força que é aplicada sobre determinada área de um corpo. A atmosfera exerce pressão sobre todos os objetos que ela envolve e também sobre a superfície da Terra. Essa pressão é denominada de pressão atmosférica. A pressão atmosférica varia com a altitude: quanto maior a altitude, menor a pressão atmosférica.

Extraído e adaptado de: GEWANDSZNADJER, F. **Ciências: Planeta Terra (Projeto Teláris: 6º Ano Ensino Fundamental II)**. 2 ed., São Paulo: Ática, 2015.

- **UMIDADE DO AR**

- Refere-se a quantidade de vapor de água contido no ar atmosférico. Dependendo da quantidade de vapor de água na atmosfera, o ar pode estar seco ou úmido. Uma umidade relativa alta, ou seja, a presença de muitas gotículas de água na atmosfera, pode favorecer a ocorrência de chuvas. Entretanto, em locais onde a umidade é baixa, é mais difícil de ocorrer chuvas.

Extraído e adaptado de: GEWANDSZNADJER, F. **Ciências: Planeta Terra (Projeto Teláris: 6º Ano Ensino Fundamental II)**. 2 ed., São Paulo: Ática, 2015.

- **ESTADOS FÍSICOS**

- Os estados físicos ou fases da matéria são: sólido, líquido e gasoso. Quando a matéria passa de um estado para outro, tem-se uma mudança de fase.

## APÊNDICE B – Avaliação Somativa Individual

### CABEÇALHO

#### AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL

ATENÇÃO. Para cada uma das questões a seguir, marque apenas uma alternativa.]

1. O ar ocupa mais da metade de um balão e quando é aquecido passa a ocupar a bolsa por completo, para em seguida começar a voar. Isso ocorre porque:

- A) sua temperatura diminui, aumentando sua massa e densidade, e assim consegue flutuar, atingindo certa altitude.
- B) sua temperatura diminui, aumentando seu volume e densidade, e assim consegue flutuar, atingindo certa altitude
- C) sua temperatura aumenta; provocando um aumento de massa, diminui sua densidade e assim consegue flutuar, atingindo certa altitude
- D) sua temperatura aumenta; passando a ocupar um volume maior, diminui sua densidade e assim consegue flutuar, atingindo certa altitude.

2. Em algumas cidades, existem pontos isolados denominados de ilhas de calor, nos quais os termômetros indicam:

- A) uma temperatura mais alta que nos outros locais, sendo as áreas mais frias dessa cidade.
- B) uma temperatura mais baixa que nos outros locais, sendo as áreas mais quentes dessa cidade.
- C) uma temperatura mais alta que nos outros locais, sendo as áreas mais quentes dessa cidade.
- D) uma temperatura mais baixa que nos outros locais, sendo as áreas mais frias dessa cidade.

3. Quando uma pessoa sobe uma montanha, à medida que a altitude aumenta:

- A) a pressão atmosférica diminui e ela passa a ter mais dificuldade para respirar, pois o ar se torna mais rarefeito.
- B) a pressão atmosférica aumenta e ela passa a ter mais facilidade para respirar, pois a concentração de ar é maior.
- C) a umidade do ar vai diminuindo, com a quantidade de vapor de água diminuindo e ela passa a ter mais dificuldade de respirar.
- D) a umidade do ar vai aumentando, com a quantidade de vapor de água aumentando e ela passa a ter mais facilidade de respirar.

4. Na formação de uma nuvem, o vapor de água presente no ar quente que sobe, sofre condensação, formando gotículas de água. Isso significa que:

- A) a temperatura do vapor de água diminui com a altitude e ele passa para o estado líquido.

- B) a temperatura do vapor de água não muda com a altitude e ele continua no estado gasoso.
- C) a temperatura do vapor de água não muda com a altitude e ele passa para o estado líquido.
- D) a temperatura do vapor de água aumenta com a altitude e ele continua no estado gasoso.

**5.** A elevação dos gases poluentes é importante para diminuir a sua concentração na superfície e os efeitos no ser humano. Isso se explica porque o:

- A) ar próximo à superfície não recebe o calor do Sol, continua com a mesma temperatura, fica mais denso e sobe, levando os poluentes.
- B) ar próximo à superfície recebe o calor do Sol, fica mais pesado e não sobe, atraído pela força da gravidade.
- C) ar próximo à superfície não recebe o calor do Sol, fica mais denso devido ao aumento do volume dos poluentes e sobe.
- D) ar próximo à superfície recebe o calor do Sol, aumenta sua temperatura, fica menos denso e sobe, levando os poluentes.

**6.** Os aviões a jato circulam na estratosfera, pois a turbulência é menor. Assim, a aeronave balançar menos, conseguindo altas velocidades. Isso é possível porque.

- A) o ar nessa camada é mais concentrado, contendo uma maior quantidade de partículas, e que oferecem uma resistência maior ao movimento do avião.
- B) o ar nessa camada é mais rarefeito, contendo uma menor quantidade de partículas, e que oferecem uma resistência menor ao movimento do avião.
- C) o ar nessa camada possui uma elevada umidade, contendo muito vapor de água, e que oferece uma grande resistência ao movimento do avião.
- D) o ar nessa camada possui uma baixa umidade, contendo pouco vapor de água, e que não oferece resistência ao movimento do avião.

## **José Carlos de França**

Professor de Física e Autor

Para sugestões, dúvidas e reclamações, entrar em contato com o autor através do e-mail:  
*[josecarlosdefranca@gmail.com](mailto:josecarlosdefranca@gmail.com)*.

**É permitida livremente a reprodução deste material ou de parte dele para fins didáticos, desde que seja citada a fonte.**

## APÊNDICE B – Questionário de pesquisa com os professores

### CABECALHO

Caro Professor(a),

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa, relativa à sua formação acadêmica e atuação profissional, e que objetiva conhecer um pouco do ensino de Ciências no 6ª ano do Ensino Fundamental. Isso se faz necessário para subsidiar uma proposta metodológica que ambiciona enfatizar conceitos de grandezas físicas já nessa série.

Desde já, agradeço imensamente sua colaboração.

*José Carlos de França*

**1. Qual seu curso de licenciatura? (Pode marcar mais de uma opção)**

- Pedagogia     Ciências Biológicas     Física     Química     Matemática  
 Geografia     História     Língua Portuguesa     Língua Estrangeira  
 Outro | Especificar: \_\_\_\_\_

**2. Possui curso de pós-graduação? (Pode marcar mais de uma opção)**

- Sim, Especialização.  
 Sim, Mestrado.  
 Sim, Doutorado.  
 Não possuo curso de pós-graduação.

**3. Caso sua resposta tenha sido SIM na questão anterior, seu(s) curso(s) de pós-graduação é na área de ensino de Ciências da Natureza (Física, Química ou Biologia)?**

- Sim                       Não

**4. Você considera, que em seu curso de graduação e/ou pós-graduação, houve uma preparação adequada para o ensino de Ciências?**

- Sim                                       Não                                       Talvez

**5. Qual o tipo de escola em que você leciona a disciplina de Ciências?**

- pública  
 privada

**6. A quantos anos leciona a disciplina de Ciências na 6ª Série do Ensino Fundamental?**

- Menos de 1 ano     1 a 3 anos     3 a 5 anos     Mais de 5 anos

**7. Dos recursos didáticos listados abaixo, qual o que você mais utiliza em suas aulas?**

- Livro didático  
 Laboratório de informática

Experimentos práticos

Outros | Especificar: \_\_\_\_\_

**8.** Você já usou jogos (virtuais ou não) ou alguns elementos deles, com propósito estritamente educacional, em sua prática docente?

Uso constantemente em minhas aulas.

Já usei e pretendo utilizar novamente nas minhas aulas.

Já usei, mas não a considere eficiente.

Já ouvi falar, mas não pretendo usar.

Nunca ouvi falar.

**9.** Você enfatiza os conceitos de grandezas físicas em suas aulas?

Sim, constantemente, pois estão sempre presentes nos conteúdos ministrados.

Sim, de forma esporádica, pois os conteúdos tratam pouco desses conceitos.

Não, pois os conteúdos atualmente abordam esses conceitos muito superficialmente.

Não, pois não os considero adequados ao nível dos meus alunos.

Não, a duração da aula não permite dar maior destaque a esses conceitos.

**10.** Você acha possível trabalhar, com mais ênfase, conceitos de grandezas físicas na 6ª série do Ensino Fundamental?

Sim  Não

**11.** Você acha que os conceitos de grandezas físicas facilitam o entendimento dos alunos de fenômenos do seu dia a dia?

Sim  Não

**12.** Já trabalhou com seus alunos os conteúdos relacionados à atmosfera terrestre?

Sim  Não

**13.** É possível trabalhar os conteúdos relacionados ao estudo da atmosfera a partir de situações presentes no cotidiano de seus alunos?

Sim  Não

**14.** Você considera que existe alguma conexão entre o estudo da atmosfera terrestre e as grandezas físicas?

Sim  Não



## **APÊNDICE C – Questionário prévio com os alunos**

### **CABEÇALHO**

**1.** Você gosta das aulas de Ciências?

A) Sim

B) Não

**2.** Quais os assuntos que você mais gosta nas aulas de Ciências?

A) Os seres vivos e o ambiente

B) As rochas e o solo

C) A água

D) O ar e o universo

**3.** Já participou de algum tipo de jogo nas aulas de Ciências?

A) Sim

B) Não

**4.** O que você sente quando joga?

A) Felicidade

B) Motivação

C) Tristeza

D) Outros

**5.** Gostaria de estudar Ciências jogando?

A) Sim

B) Não

## APÊNDICE D – Questionário pós-aplicação com os alunos

### CABEÇALHO

1. O jogo ajudou a você entender os conceitos das grandezas físicas no estudo da atmosfera?

- A) Muito
- B) Pouco
- C) Mais ou menos
- D) Outros

2. Quanto aos conceitos das grandezas da Física abordados no jogo, você os considera de:

- A) Fácil Compreensão
- B) Difícil Compreensão
- C) Muito Difícil Compreensão

3. Você considera importante entender os conceitos de Física para explicar fenômenos do seu dia a dia?

- A) Sim
- B) Não

4. Qual o tipo de aula que você considera mais agradável?

- A) Expositivas e teóricas (utilizando o livro didático e o quadro)
- B) Práticas e experimentais (realização de experiências e jogos)

5. Atribua uma nota de 1 a 10 às aulas de Ciências utilizando o jogo Viagem Na Atmosfera Terrestre.

- ( ) 1
- ( ) 2
- ( ) 3
- ( ) 4
- ( ) 5
- ( ) 6
- ( ) 7
- ( ) 8
- ( ) 9
- ( ) 10

## APÊNDICE E – Desafios: Estudo da atmosfera terrestre

**Olá, Professor!!!**

**Orientações**

1. Clique em **F5** ou na guia **Apresentação de Slides** e em seguida em **Do começo**, para iniciar.
2. Os slides contam com animações. Assim, é necessário que você clique com o **botão direito do mouse** ou nas **setas direcionais do teclado**, para dar prosseguimento.

INICIAR →

**ATMOSFERA TERRESTRE DESAFIOS**

PRÓXIMO →

**DESAFIO 01**

PRÓXIMO →

O que faz o barco se movimentar sobre a água do mar ?

PRÓXIMO →

**DESAFIO 02**

PRÓXIMO →

O que são as ilhas de calor ?

Área Rural: 25°C  
 Área comercial: 30°C  
 Cidade: 33°C  
 Área Residencial: 31°C  
 Parque: 27°C

PRÓXIMO →

**DESAFIO 03**

PRÓXIMO →

A pressão atmosférica aumenta ou diminui com a altitude ?

PRÓXIMO →

**DESAFIO 04**

PRÓXIMO →

Como ocorre o efeito estufa na Terra ?

PRÓXIMO →