



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA**  
**Departamento de Física**  
**Programa de Pós-Graduação em Astronomia**  
**Mestrado Profissional**



**GILVAN GOMES DOS SANTOS**

**UM ESTUDO SOBRE A ATMOSFERA DE PLANETAS ROCHOSOS:**  
uma contribuição para o letramento científico por meio da Astronomia de  
estudantes do 1º ano do Ensino Médio

**Feira de Santana**  
**2025**

**GILVAN GOMES DOS SANTOS**

**UM ESTUDO SOBRE A ATMOSFERA DE PLANETAS ROCHOSOS:**  
uma contribuição para o letramento científico por meio da Astronomia de  
estudantes do 1º ano do Ensino Médio

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Astronomia do Departamento de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Astronomia

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Alberto de Lima  
Ribeiro.

**Feira de Santana  
2025**

**Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS**

Santos, Gilvan Gomes dos  
S235e Um estudo sobre a atmosfera de planetas rochosos: uma contribuição para o letramento científico por meio da Astronomia de estudantes do 1º ano do Ensino Médio/ Gilvan Gomes dos Santos. - 2025.  
122f.: il.

Orientador: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em Astronomia, 2025.

1. Astronomia - Ensino. 2. Geografia - Ensino. 3. Sequência didática. 4. Planetas rochosos. 5. Planetas rochosos – Atmosfera. I. Ribeiro, Carlos Alberto de Lima, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em Astronomia. III. Título.

CDU: 52-852



## ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CANDIDATO (A):** GILVAN GOMES DOS SANTOS

**DATA DA DEFESA:** 31 de julho de 2025 **LOCAL:** Sala 03 do LABOFIS - UEFS

**HORÁRIO DE INÍCIO:** 15:01h

| MEMBROS DA BANCA               | FUNÇÃO                 | TÍTULO | INSTITUIÇÃO DE ORIGEM |
|--------------------------------|------------------------|--------|-----------------------|
| NOME COMPLETO                  |                        |        |                       |
| CARLOS ALBERTO DE LIMA RIBEIRO | Presidente/ Orientador | DR     | UEFS                  |
| MARILDO GERALDÊTE PEREIRA      | Membro Interno         | DR     | UEFS                  |
| JANEIDE BISPO DOS SANTOS       | Membro Externo         | DR     | UNEB                  |

**TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO\*:** UM ESTUDO SOBRE A ATMOSFERA DE PLANETAS ROCHOSOS: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO POR MEIO DA ASTRONOMIA DE ESTUDANTES DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO.

\*Anexo: produto(s) educacional(is) gerado(s) neste trabalho.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:** Ensino e Difusão de Astronomia

**LINHA DE PESQUISA:** Ensino Interdisciplinar de Astronomia e a Difusão Científico-Tecnológica

Em sessão pública, após exposição de 46 min, o(a) candidato(a) foi argüido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 1h06min. A banca chegou ao seguinte resultado\*\*:

☒ APROVADO(A)

☐ INSUFICIENTE

☐ REPROVADO(A)

\*\* Recomendações<sup>1</sup>: Atender às sugestões da banca.

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima relacionada, pelo candidato e pelo coordenador do Programa de Pós-Graduação em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Feira de Santana, 31 de JULHO de 2025

Presidente: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Membro 1: Marildo Geraldête Pereira

Membro 2: Janeide Bispo dos Santos

Membro 3:

Candidato (a): Gilvan Gomes dos Santos

Coordenador do PGAstro: Vanessa R. A. Silva

<sup>1</sup> O aluno deverá encaminhar à Coordenação do PGAstro, no prazo máximo de 60 dias a contar da data da defesa, os exemplares definitivos da Dissertação, após realizadas as correções sugeridas pela banca.



**ANEXO DA ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO:  
PRODUTO(S) EDUCACIONAL(IS) GERADO(S) NO TRABALHO FINAL DE CURSO**

**CANDIDATO (A):** GILVAN GOMES DOS SANTOS

**DATA DA DEFESA:** 31 de julho de 2025    **LOCAL:** Sala 03 do LABOFIS

**HORÁRIO DE INÍCIO:** 15:01h

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - UM ESTUDO SOBRE A ATMOSFERA  
DOS PLANETAS ROCHOSOS

Feira de Santana, 31 de JULHO de 2025.

Presidente: Cláudio Roberto de Almeida Ribeiro

Membro 1: Luiz Roberto

Membro 2: Genivaldo Gomes dos Santos

Membro 3: \_\_\_\_\_

Candidato (a): Gilvan Gomes dos Santos

Coordenador do PGAstro: Thiago A. J. Costa

## RESUMO

Esta pesquisa exploratória de abordagem qualitativa com apoio em análise descritiva de dados quantitativos simples, analisou as atmosferas de Mercúrio, Vênus, Terra e Marte para desenvolver o Letramento Científico em 171 estudantes do 1º ano do Ensino Médio da escola SESI José Carvalho em Feira de Santana, BA. Utilizamos Gamificação, Questionários, Recursos audiovisuais e Produção de Roteiros Científicos para produzir o nosso Produto Educacional, a Sequência Didática, que foi aplicada e evidenciou que os alunos compreenderam os distintos processos de formação atmosférica dos planetas rochosos e conseguiram relacionar às mudanças climáticas terrestres com a ação antrópica e as emissões de gases estufa, demonstrando avanço significativo na aprendizagem científica.

**Palavras-chave:** Ensino de Geografia. Ensino de Astronomia. Sequência Didática. Planetas Rochosos.

## **ABSTRACT**

This exploratory research with a qualitative approach supported by descriptive analysis of simple quantitative data analyzed the atmospheres of Mercury, Venus, Earth and Mars to develop Scientific Literacy in 171 students in the 1st year of SESI José Carvalho High School in Feira de Santana, BA. We used Gamification, Questionnaires, Audiovisual Resources and Production of Scientific Scripts to produce our Educational Product, the Didactics Sequence, which was applied and showed that the students understood the different processes of atmospheric formation of the rocky planets and were able to relate Earth's climate changes to anthropic action and greenhouse gas emissions, demonstrating significant progress in scientific learning.

**Keywords:** Geography Teaching. Astronomy Teaching. Teaching Sequence. Rocky Planets.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                  |                                                                                                                              |           |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 1</b>  | O Colégio de Pedro II em detalhe de litografia de 1856.                                                                      | p.16      |
| <b>Figura 2</b>  | Ensino de Geografia e a importância na formação do estudante                                                                 | p.20      |
| <b>Figura 3</b>  | Módulo SESI- Capítulo 1 Um ponto de partida (1/3).                                                                           | p.22      |
| <b>Figura 4</b>  | Módulo SESI- Capítulo 1 Um ponto de partida (2/3).                                                                           | p.23      |
| <b>Figura 5</b>  | Módulo SESI- Capítulo 1 Um ponto de partida (3/3).                                                                           | p.24      |
| <b>Figura 6</b>  | Configuração da educação científica no processo de formação do estudante.                                                    | p.28      |
| <b>Figura 7</b>  | Representação dos planetas rochosos.                                                                                         | p.29      |
| <b>Figura 8</b>  | Sistema Solar, os 8 planetas, luas e os cinturões com os principais asteroides.                                              | p.30      |
| <b>Figura 9</b>  | Planeta Mercúrio.                                                                                                            | p.33      |
| <b>Figura 10</b> | Mariner 10, colocado no espaço em 1973 pela NASA.                                                                            | p.35      |
| <b>Figura 11</b> | A sonda Messenger foi lançada em 2004 pela NASA e realizou diversas coletas de dados até o ano de 2015.                      | p.35      |
| <b>Figura 12</b> | O hemisfério norte é exibido nesta visão global da superfície de Vênus, conforme vista pela sonda espacial Magellan da NASA. | p.36      |
| <b>Figura 13</b> | A superfície de Vênus vista da Venera 14.                                                                                    | p.39      |
| <b>Figura 14</b> | A sonda Magellan e o Space Shuttle Atlantis durante o lançamento que iria levar a sonda para Vênus.                          | p.39      |
| <b>Figura 15</b> | Planeta Terra visto do espaço.                                                                                               | p.40      |
| <b>Figura 16</b> | Camadas da atmosfera terrestre.                                                                                              | p.42      |
| <b>Figura 17</b> | Planeta Marte.                                                                                                               | p.44      |
| <b>Figura 18</b> | Levantamento dos conhecimentos prévios através da Gamificação- reconhecimento sobre o Sistema Solar.                         | p.58      |
| <b>Figura 19</b> | Levantamento dos conhecimentos prévios através da Gamificação- estrutura do Sistema Solar.                                   | p.59      |
| <b>Figura 20</b> | Levantamento dos conhecimentos prévios através da Gamificação- conceito de planeta.                                          | p.60      |
| <b>Figura 21</b> | Levantamento dos conhecimentos prévios através da Gamificação- características dos planetas rochosos.                        | p.60      |
| <b>Figura 22</b> | Levantamento dos conhecimentos prévios através da Gamificação- identificação dos planetas rochosos.                          | p.61      |
| <b>Figura 23</b> | Perdido em Marte. Direção: Ridley Scott. Estados Unidos. Century Fox 2015.                                                   | p.78      |
| <b>Figura 24</b> | Apresentação dos roteiros científicos                                                                                        | p.<br>109 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                   |                                                        |      |
|-------------------|--------------------------------------------------------|------|
| <b>Gráfico 1</b>  | Quantitativo de alunos por turma.                      | p.62 |
| <b>Gráfico 2</b>  | Teorias de formação do Universo.                       | p.63 |
| <b>Gráfico 3</b>  | Nome da nossa galáxia.                                 | p.64 |
| <b>Gráfico 4</b>  | Planetas rochosos do Sistema Solar.                    | p.66 |
| <b>Gráfico 5</b>  | Função da atmosfera terrestre.                         | p.71 |
| <b>Gráfico 6</b>  | Gás mais abundante na atmosfera terrestre.             | p.72 |
| <b>Gráfico 7</b>  | Gás que retém a radiação ultravioleta na Terra.        | p.72 |
| <b>Gráfico 8</b>  | Características do planeta rochoso Marte.              | p.73 |
| <b>Gráfico 9</b>  | Características do planeta Vênus.                      | p.74 |
| <b>Gráfico 10</b> | Percepção dos estudantes sobre as mudanças climáticas. | p.75 |

## LISTA DE QUADROS

|                  |                                                                             |       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Quadro 1</b>  | Lista dos planetas do Sistema Solar a partir do Sol, segundo os estudantes. | p.65  |
| <b>Quadro 2</b>  | Planetas do Sistema Solar.                                                  | p.65  |
| <b>Quadro 3</b>  | Concepção dos estudantes sobre o desenvolvimento da vida na Terra.          | p.67  |
| <b>Quadro 4</b>  | Respostas dos estudantes com base no filme Perdido em Marte.                | p.79  |
| <b>Quadro 5</b>  | Roteiro Científico: planetas rochosos.                                      | p.86  |
| <b>Quadro 6</b>  | Roteiro Científico Planeta Mercúrio.                                        | p.88  |
| <b>Quadro 7</b>  | Roteiro Científico Planeta Vênus.                                           | p.92  |
| <b>Quadro 8</b>  | Roteiro Científico Planeta Terra.                                           | p.97  |
| <b>Quadro 9</b>  | Roteiro Científico Planeta Marte.                                           | p.101 |
| <b>Quadro 10</b> | Relato dos alunos (autoavaliação).                                          | p.104 |

## LISTA DE TABELAS

|                 |                                                                                    |      |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Tabela 1</b> | Densidade média dos planetas do Sistema Solar.                                     | p.31 |
| <b>Tabela 2</b> | Composição da atmosfera do planeta Mercúrio.                                       | p.35 |
| <b>Tabela 3</b> | Composição da atmosfera de Vênus.                                                  | p.38 |
| <b>Tabela 4</b> | Composição da atmosfera da Terra.                                                  | p.43 |
| <b>Tabela 5</b> | Características da Missão Mars Express.                                            | p.45 |
| <b>Tabela 6</b> | Composição da Atmosfera de Marte.                                                  | p.46 |
| <b>Tabela 7</b> | Estrutura da Sequência Didática- Um estudo sobre a atmosfera de planetas rochosos. | p.53 |
| <b>Tabela 8</b> | Formas de explicar o surgimento do Universo na visão dos estudantes.               | p.63 |

## SUMÁRIO

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                                                                     | 12  |
| <b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>                                                          | 15  |
| 2.1 O ENSINO DE ASTRONOMIA E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR                           | 15  |
| 2.2 O ENSINO DE ASTRONOMIA NAS AULAS DE GEOGRAFIA ATRAVÉS DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA         | 18  |
| <b>2.2.1 A Gamificação na aplicação da Sequência Didática</b>                           | 26  |
| 2.3 LETRAMENTO CIENTÍFICO                                                               | 27  |
| 2.4 OS PLANETAS ROCHOSOS                                                                | 29  |
| <b>3 A ATMOSFERA</b>                                                                    | 32  |
| 3.1 A ATMOSFERA DE MERCÚRIO                                                             | 32  |
| 3.2 A ATMOSFERA DE VÊNUS                                                                | 36  |
| 3.3 A ATMOSFERA DA TERRA                                                                | 40  |
| 3.4 A ATMOSFERA DE MARTE                                                                | 43  |
| <b>4 O AQUECIMENTO GLOBAL E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA TERRA</b>                         | 47  |
| <b>5 METODOLOGIA</b>                                                                    | 50  |
| <b>6 RESULTADOS E ANÁLISES</b>                                                          | 58  |
| 6.1 GAMIFICAÇÃO ATRAVÉS DO KAHOOT- O SISTEMA SOLAR E OS PLANETAS                        | 58  |
| 6.2 ANÁLISE DE DADOS APÓS A APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO                                   | 61  |
| 6.3 FILMES E DOCUMENTÁRIOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE ASTRONOMIA E GEOGRAFIA | 75  |
| 6.4 ROTEIRO CIENTÍFICO                                                                  | 83  |
| 6.5 AUTOAVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES                                        | 103 |
| <b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                                                           | 110 |
| <b>REFERÊNCIAS</b>                                                                      | 114 |
| <b>ANEXO 1</b>                                                                          | 121 |

## 1 INTRODUÇÃO

Compreender o surgimento da vida na Terra é um processo complexo a partir do viés científico, são muitas as singularidades articuladas que possibilitaram o entendimento do quebra-cabeça do passado do nosso planeta. Ao passo que a ciência avançou em seus diversos campos de pesquisa, foi possível entender que o equilíbrio dos sistemas naturais (biosfera, hidrosfera, litosfera e a atmosfera) são extremamente necessários para que a Terra dentro do Sistema Solar tenha vida biológica evoluída e inteligente como conhecemos, mesmo havendo outros astros similares dentro da chamada zona de habitabilidade da estrela, como é o caso dos planetas Vênus e Marte. No livro Gaia, um novo olhar sobre a vida na Terra, Lovelock (2020) defende que nosso planeta é um organismo vivo e comparando a Vênus e a Marte que se tornaram estéreis.

O Sistema Solar é composto por uma estrela de Sequência Principal, categorizada como uma anã amarela, oito planetas que são classificados como planetas telúricos ou rochosos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte), os planetas jovianos ou gasosos (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno), os planetas anões, luas, asteroides, cometas, meteoroides, além de gases e poeira, entretanto a ênfase será dada aos planetas rochosos, devido a algumas semelhanças físicas com a Terra.

O foco da pesquisa será na abordagem da atmosfera dos planetas rochosos, que por sua vez estão na parte mais interna do Sistema Solar. Assim sendo, vale destacar o papel da atmosfera, também conhecida como aerosfera, sendo um dos pilares cruciais para o desenvolvimento da vida biológica como conhecemos com múltiplas capacidades e complexidades físico-químicas, que ao longo de aproximadamente 4,5 bilhões de anos de adaptação e organização favoreceram o surgimento de várias espécies de animais e vegetais. Na Terra é a camada composta de gases e aerossóis que envolve o planeta e possui diversas funções no que tange a proteção e manutenção dos ecossistemas terrestres.

A extensão da mesma vai para além dos 1000 km da superfície e ainda possui grande variação de concentração dos gases em suas subcamadas, que estão associadas a outras importantes funções, como filtrar os raios ultravioletas emanados do Sol (Echer; Souza; Schuch, 2001); a proteção contra corpos celestes que adentram a mesma como meteoros; a retenção do calor proveniente da radiação solar (o efeito estufa); a ocorrência do oxigênio, gás necessário para respiração dos seres vivos; os

eventos meteorológicos, como as precipitações, os climas, entre outros fatores Chaimovich (2008); Mano (2012); Silva (2018) Lovelock (2020).

No artigo Dispersão de Homo sapiens e Povoamento dos Continentes, De Souza (2011) discorre que a nossa espécie se destaca pela notável capacidade de adaptação e exploração, que possibilitou sua expansão para diversos ambientes ao redor do mundo há cerca de 7 milhões de anos. Este é um período relativamente muito recente quando comparamos à formação do Sistema Solar e da Terra (4,5 bilhões de anos). Ao tomar conhecimento dessa escala temporal, é possível compreender que as ações humanas são recentes e um dos aspectos a serem levados em consideração para a evolução da vida aqui é explicado pela longa fase de adaptação e todos os processos físicos, químicos e biológicos que estão imbricados para a estabilidade da vida terrestre.

Na perspectiva da formação cidadã e no papel da escola na formação do sujeito se faz necessário elucidar o ensino de conteúdos da Astronomia na sala de aula e com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2018 para o Ensino Médio, os currículos das escolas dos sistemas e das redes escolares dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e das propostas pedagógicas das instituições escolares passaram a ter a um documento normativo oficial para definir o conjunto de saberes essenciais que os estudantes no Ensino Básico devem trabalhar para desenvolver formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (Brasil, 2018).

Neste contexto, para desenvolver o letramento científico, conforme preconiza a BNCC, os estudantes desenvolvem a compreensão de conceitos científicos, identificando situações do cotidiano para explicar os diversos fenômenos sociais, políticos, econômicos e naturais. Soares (2017) discorre que o letramento envolve aplicar a escrita em contextos reais, desde situações diárias até linguagens especializadas, como a científica. Ainda sobre essa questão Sousa, Cavalcante e Pino (2020) versam que o letramento científico se trata da construção crítica, ética e comprometida de processos em relação à ciência e à tecnologia nas mudanças da sociedade em que estão inseridos.

Esta dissertação tem como objetivo apresentar o processo de desenvolvimento de atividades práticas com a aplicação de uma sequência didática contribuindo para o desenvolvimento das aprendizagens essenciais para alunos do 1º Ano do Ensino Médio na Escola Sesi José Carvalho. O mote da sequência didática foi potencializar

o letramento científico a partir da discussão de como a atmosfera tem um papel fundamental para o desenvolvimento da vida como conhecemos e não em outro astro, tendo como ponto focal a análise da atmosfera dos planetas rochosos Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. A partir deste contexto, este trabalho pretende responder à seguinte pergunta: Como compreender o objeto de conhecimento 'Atmosfera', sua formação e composição possibilita o desenvolvimento do Letramento Científico de estudantes do 1º Ano do Ensino Médio acerca das Mudanças Climáticas?

Nesse sentido, teve por finalidade evidenciar e discutir de acordo com o desenvolvimento dos conhecimentos científicos os processos e às relações humanas e os desdobramentos nos últimos séculos que potencializaram as alterações nos padrões climáticos, resultando em grandes catástrofes que ameaçam o equilíbrio dos ecossistemas e está associado com as mudanças climáticas.

A dissertação está dividida em 7 capítulos. O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, destacando a inserção do ensino de Astronomia nas escolas brasileiras, com ênfase na forma como essa abordagem é trabalhada nas aulas de Geografia. Também discute o letramento científico como um processo essencial na formação dos estudantes e aborda as principais características dos planetas rochosos. No Capítulo 3, o foco recai sobre a atmosfera, com a apresentação das características específicas de cada um dos planetas rochosos. O Capítulo 4 trata do aquecimento global e dos fatores relacionados às mudanças climáticas. No Capítulo 5, é apresentada a metodologia, detalhando as etapas de aplicação da sequência didática. O Capítulo 6 expõe os resultados e análises das atividades que compuseram a sequência didática, como a gamificação, o questionário, o roteiro científico e a apresentação das pesquisas realizadas pelos estudantes. Por fim, o Capítulo 7 traz as considerações finais do trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta como o ensino de Astronomia passou a ser tratada após a implementação da BNCC em 2018, com a ênfase no letramento científico do estudante no contexto do mundo em que ele vive, bem como as aulas de Geografia estão interligadas com objetos do conhecimento transversais que propiciam as aprendizagens. Dada a importância dessa contextualização, serão apresentadas algumas características das atmosferas dos planetas rochosos Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, com o intuito de compreender o que os estudos científicos apresentam sobre suas respectivas condições naturais e por fim, algumas discussões acerca das mudanças climáticas que vêm ocorrendo no planeta Terra a partir das políticas internacionais estabelecidas por organismos internacionais como forma de alterar os padrões do clima terrestre.

### 2.1 O ENSINO DE ASTRONOMIA E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

A Astronomia está presente no cotidiano das pessoas, embora muitas vezes sua relevância não seja percebida. Ela influencia diversas atividades comuns, como os fenômenos naturais, as telecomunicações, a orientação, a produção de energia e também as expressões culturais. O ensino dos conceitos básicos e dos fenômenos mais recorrentes da Astronomia é fundamental para o letramento científico e para a aprendizagem significativa. Esse processo pode ser viabilizado no ambiente escolar, com o apoio e a mediação do professor.

A inclusão da Astronomia nas escolas do Brasil se deu ainda no final do século 19 como abordam Hosoume, Leite e Carlo (2010). As autoras fazem um apanhado histórico sobre a inserção do ensino de Astronomia no ensino que se deu a partir de 1837, quando foi inaugurado no Rio de Janeiro o Colégio Pedro II (Figura 1), que pretendia servir de modelo para outras escolas do país. Inicialmente, a Astronomia estava no campo de estudo do Universo.

Figura 1: O Colégio de Pedro II em detalhe de litografia de 1856.



Fonte: Portal Multirio (2022).

Entre 1856 e 1858, essa disciplina não fazia parte do currículo, retornando depois para ser incluída em disciplinas como Geografia e Física. Em 1898, o interesse pela Astronomia, incluindo tópicos como observações da Terra e de corpos celestes, como estrelas, planetas, cometas e galáxias, estava crescendo. Ainda as autoras versam que, após a reforma de 1931, o conteúdo de Astronomia no currículo começou a diminuir. Essa tendência continuou com as reformas de 1942 e terminou com a abolição quase completa da pesquisa na área nas reformas de 1951.

Com os avanços das políticas educacionais, foram realizadas atualizações dos documentos normativos da educação brasileira, visando permitir que conteúdos cruciais para a formação cidadã fosse alcançada. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) da década de 1990 foram elaboradas as diretrizes para o Ensino Fundamental, incluindo temas das Ciências Naturais. No texto do documento, a Astronomia é discutida principalmente sob o tema "O Mundo e o Universo", que visava fornecer aos alunos conhecimento sobre os fenômenos do mundo e do universo. Neste documento a Astronomia é apresentada na forma interdisciplinar, que inclui disciplinas como Física, Química e Biologia. Os projetos propostos incluem a observação de objetos celestes, a compreensão do movimento da Terra e dos planetas e o estudo de fenômenos como as fases da lua e as estações do ano. Esses projetos são distribuídos ao longo do ano letivo, aumentando o nível de dificuldade, e visam desenvolver a capacidade dos alunos de observar, analisar e compreender o mundo. Já na Geografia, especialmente aparece no eixo temático 'Terra e Universo'.

Essa abordagem interdisciplinar busca explorar a relação entre fenômenos naturais observados na Terra e sua interação com o universo, como por exemplo, orientação e localização, os movimentos da Terra e suas consequências, entre outros.

Através da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (Lei nº 9.394/1996) estavam estabelecidos os princípios e diretrizes fundamentais para a educação no Brasil, incluindo a formação dos alunos do Ensino Médio. Neste contexto, a formação integral diz sobre garantias que os estudantes possam desenvolver aspectos em diversos campos, como intelectuais, éticos, físicos, culturais e sociais (art. 35, inciso I). O objetivo é formar cidadãos críticos, conscientes e preparados para enfrentar desafios sociais e profissionais. O desenvolvimento de competências e habilidades também se tornou um ponto focal por meio do desenvolvimento da independência intelectual e do pensamento crítico, a capacitação destes estudantes para o mercado de trabalho, sem excluir a possibilidade de continuidade de estudos superiores (art. 35, inciso II), a compreensão acerca da responsabilidade social e estar atento à ética e à consciência social. Um ponto relevante diz que o ensino secundário deve preparar os alunos para o exercício da cidadania e promover a compreensão dos seus direitos e responsabilidades como parte de uma sociedade democrática (Artigo 35, parágrafo III).

Em 2017 a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi homologada como um documento de referência para ajudar a orientar os currículos escolares no Brasil e definir os direitos básicos e a aprendizagem que todos os alunos devem ter no ensino fundamental e médio. Seu desenvolvimento foi uma longa via de comunicação dividida em várias partes, desde consultas públicas como revisões e novas versões até a publicação definitiva em 2018.

No ensino de Geografia, a BNCC intersecciona com a Astronomia nas competências EM13GEO202 que fala sobre analisar processos naturais e antrópicos que modificam a superfície terrestre – inclui ciclos astronômicos (ex.: Milankovitch) e mudanças climáticas e na EM13GEO302: Interpretar dados sobre dinâmicas naturais do planeta – uso de imagens de satélite e cartografia celeste. Essa relação é extremamente importante para trabalhar situações cotidianas e questões relacionadas as mudanças climáticas e o aquecimento global do planeta Terra por exemplo.

Nesta seara para definir os saberes básicos necessários na educação básica, o ensino de Astronomia ganhou mais notoriedade e passou a ser obrigatório nas

aulas. No Ensino Médio a BNCC integra o ensino de Astronomia especificamente às Ciências da Natureza e disciplinas mais técnicas, particularmente à disciplina de Física. Embora não ofereça uma unidade temática única para o ensino de Astronomia, alguns conteúdos relacionados são distribuídos por todo o currículo, enfatizando a compreensão do universo e dos fenômenos celestes.

A Teoria Construtivista de Jean Piaget, fundamenta a abordagem deste trabalho, no qual ele discute que o conhecimento é construído ativamente pelo indivíduo por meio de suas experiências, as quais conferem significado e sentido ao aprendizado. Nesse contexto, o professor não é o único detentor do saber, tampouco o aluno é um mero receptor de informações. A aprendizagem ocorre pela integração dos conhecimentos prévios dos estudantes com novos conteúdos, promovida por meio de atividades pedagógicas que favoreçam a aquisição e a consolidação de saberes. O público-alvo da sequência didática são adolescentes, que, segundo Piaget (1976), encontram-se no estágio das operações formais. Nesse estágio, conforme destaca o autor, “ao atingir o estágio das operações formais, o adolescente pode raciocinar sobre hipóteses e abstrações, manipulando proposições sem a necessidade de se referir a objetos concretos, o que permite a construção de sistemas teóricos” (PIAGET; INHELDER, 1976). As atividades práticas propostas tiveram como objetivo posicionar os estudantes como protagonistas do processo de aprendizagem, sendo mediados e orientados pelo educador ao longo das ações desenvolvidas.

## 2.2 O ENSINO DE ASTRONOMIA NAS AULAS DE GEOGRAFIA ATRAVÉS DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A Geografia é conhecida como a ciência que estuda a relação do homem com o meio. Essa inter-relação gera transformações e novos rearranjos do espaço. Este espaço é composto por elementos naturais e humanizados, resultado das trocas contínuas entre ambos em diferentes períodos. Neste sentido, o ensino de Geografia se torna muito relevante para a formação da cidadania do estudante, porque possibilita que este desenvolva sua capacidade de leitura e interpretação do mundo a partir do que acontece no seu cotidiano, ou seja, uma percepção dos fatos sociais, políticos, econômicos e ambientais numa escala local, regional e em escala global.

Essa intersecção entre a Geografia e Astronomia é explicitada por Faedo (2020) que diz que,

A Astronomia, então, investiga as múltiplas relações entre os eventos celestes e os terrestres. Por essa razão, evidencia-se como a Geografia e a Astronomia são ciências próximas; a diferença é que a Geografia se debruça sobre os acontecimentos terrestres, enquanto que a Astronomia aborda os eventos celestes e como estes afetam (e interagem com) os terrestres. (Faedo, 2020, p.29)

O material didático de Geografia apresenta desde os anos iniciais até o ensino médio objetos do conhecimento que são estudados pela Astronomia e cabe ressaltar a relevância de compreender e aplicar no cotidiano tais conhecimentos pelos estudantes. Na Figura 2 estão sintetizados aspectos relacionados a contribuição da Geografia para a formação do indivíduo e a intersecção entre a ciência geográfica e a Astronomia a partir de temas comuns.

Figura 2: Ensino de Geografia e a importância na formação do estudante.



Fonte: Do próprio autor.

Partindo desta perspectiva é comum uma abordagem interdisciplinar, que conforme afirma Morin (2000) “a interdisciplinaridade não é apenas a justaposição de disciplinas, mas a abertura das fronteiras que as separam, permitindo a circulação de conceitos e métodos. Ela exige um pensamento complexo, capaz de integrar saberes fragmentados”. No ensino interdisciplinar entre a Geografia e os objetos do conhecimento da Astronomia é comum abordar temas como a formação do Universo e de galáxias, o Sistema Solar, os planetas, os satélites naturais, estações do ano, marés, entre outros, e trabalhar estes temas por vezes é difícil devido à complexidade

e a dificuldade em transpor didaticamente conceitos abstratos para desenvolver a aprendizagem dos estudantes.

Neste contexto, metodologias de ensino são cruciais para que os objetivos de aprendizagem possam ser alcançados no desenvolvimento de competências e habilidades previstos nos documentos normativos da educação brasileira como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Documento Curricular Referencial da Bahia (DCRB), por exemplo. Neste contexto, a aplicação de uma Sequência Didática tem grande relevância para o ensino, quando Zabala (1998, p. 18) apresenta que “uma sequência didática é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Ainda sobre a questão Franco (2018) diz que,

As sequências didáticas são planejadas e desenvolvidas para a realização de determinados objetivos educacionais, com início e fim conhecidos tanto pelos professores, quanto pelos alunos (Zabala, 1998). Para compreender o valor pedagógico e as razões que justificam uma sequência didática é fundamental identificar suas fases, as atividades que a constitui e as relações que estabelecem com o objeto de conhecimento, visando atender às verdadeiras necessidades dos alunos. É de importância que ao se planejar uma Sequência Didática para conduzir um determinado conteúdo, o docente tenha a real magnitude dele e elabore essa metodologia com critérios bem definidos para que o objetivo do processo ensino aprendizagem seja concreto. (Franco, 2018, p. 155).

Os temas relacionados à Astronomia aparecem no Eixo Seres humanos: o início da jornada no caderno 1, presente no capítulo 1, onde há uma ênfase ao surgimento do universo e os processos que levaram a chegada dos humanos no contexto do mundo contemporâneo. Na figura 3, são apresentados elementos que demonstram a origem dos primeiros humanos no continente africano e aborda o surgimento do Universo e da Terra. Na figura 4, há uma abordagem sobre a representação do Big Bang e da Via Láctea, além de mencionar características do Sistema Solar. E na figura 5, demonstra através de uma figura ilustrativa os planetas do nosso sistema, com o Sol e os oito planetas

Figura 3: Capítulo 1 Um ponto de partida.

 **UM PONTO DE PARTIDA**

No sudoeste africano, entre Botsuana, Namíbia, Angola, Zimbábue e África do Sul, vive um grupo étnico conhecido como Khoisan. Alguns membros desse grupo vivem uma vida de caçadores-coletores, retirando da natureza tudo aquilo de que precisam para viver. Apesar da vida simples, os Khoisan carregam um grande tesouro para a humanidade: o seu DNA.

Estudos genéticos concluíram que o povo Khoisan é descendente de um ramo de *Homo sapiens* que se diversificou há cerca de 100 000 anos, tornando-o um dos mais antigos do planeta, geneticamente falando. Estima-se que os Khoisan tenham se formado ainda antes da dispersão humana da África para os demais continentes.

O caso dos Khoisan nos desperta a curiosidade em conhecer nossas origens. Porém, para entender a formação e a evolução humanas que nos trouxeram até o mundo atual, onde convivem povos e culturas tão diversos, é necessário primeiramente compreender o contexto da nossa formação. Para isso, é fundamental retroceder até a formação do Universo e do planeta, o que faremos nas próximas páginas.



Mulher Khoisan.

**A origem e a formação do Universo e da Terra**

*Veja orientações no Manual do Professor.*

Como surgiram o Universo, as estrelas, os planetas, e como eles se transformaram até chegar ao que hoje podemos observar? Essas são indagações que acompanham a humanidade desde muito tempo e para as quais surgiram muitas explicações e teorias.

De maneira geral, pode-se dizer que, de um lado, existem as interpretações míticas e religiosas — que abarcam uma infinidade de proposições a respeito do tema, que variam no tempo e no espaço. De outro lado, existem as teorias científicas — que também se alteraram ao longo do tempo e, atualmente, são mais aceitas e consolidadas. É a partir das descobertas e dos estudos científicos que o início deste capítulo será desenvolvido, contudo, respeitando e valorizando os outros olhares possíveis.

Experimente olhar para o céu à noite, se possível em uma noite sem Lua e sem nuvens. Isso será melhor ainda se você estiver longe da cidade e de fontes de luz artificial. É possível dizer que, ao realizar esse experimento, você estará “olhando para o passado”. As estrelas observadas estão a uma distância tão grande de nosso planeta que demora milhares ou até milhões de anos para a luz delas chegar até nossos olhos. Ou seja, o que enxergamos quando olhamos para o céu não é a luz emitida instantaneamente pelas estrelas — por isso é possível afirmar que enxergamos o passado.

É notória a busca por explicações a respeito da formação do Universo, dos astros e sobre como a vida se desenvolveu. Atualmente, a teoria mais aceita entre a comunidade científica é a do **Big Bang**, ou Grande Explosão. Com base nas teorias de físicos e astrônomos, como Albert Einstein, Edwin Hubble e Milton Humason, percebeu-se que o Universo está em constante expansão; desse modo, é possível afirmar que, em um passado muito longínquo, as galáxias poderiam estar muito mais próximas do que se encontram hoje.



Resultado da colagem de uma série de capturas feitas pelo telescópio Hubble entre 2002 e 2012. A imagem mostra cerca de 10 000 galáxias em um pequeno trecho do Universo.

CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS APLICADAS

Seres humanos: o início da jornada

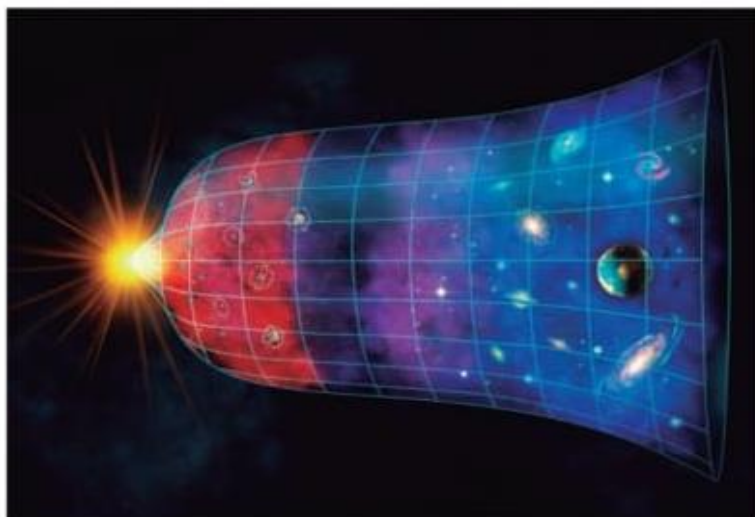
9

Fonte: SESI, Ensino Médio (2022).

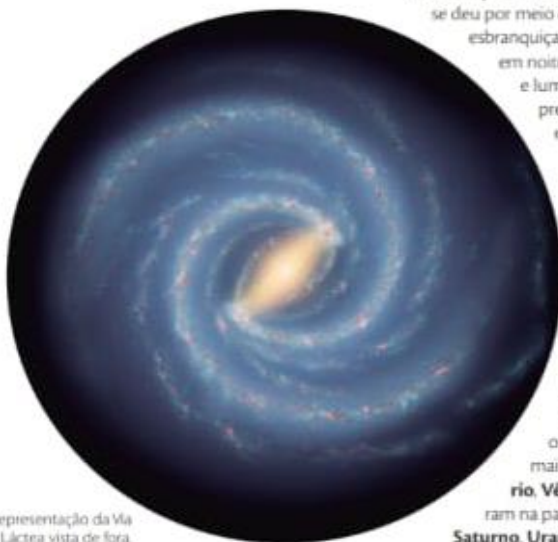
Figura 4: Representação da evolução do Universo após Big Bang.

IMAGENS SEM ESCALA.  
CORES FANTASIA.

Segundo essa teoria, há aproximadamente 14 bilhões de anos, todo o Universo estava concentrado em um único ponto, muito pequeno. Esse ponto seria a origem de uma grande explosão, que iniciou um processo de expansão. Durante esse processo de expansão, a energia, que antes estava concentrada, começou a se condensar, formando um tipo de matéria muito mais estável – **nêutrons, prótons, elétrons**, que, por sua vez, formam átomos. De modo simplificado, pode-se dizer que se iniciou um processo de aglomeração dos átomos. Consequentemente, a poeira e o gás se agruparam e deram origem às estrelas e aos planetas a partir do processo de atração gravitacional e acreção.



Representação do Big Bang e a expansão do Universo.



Representação da Via Láctea vista de fora.

A formação da Via Láctea, galáxia onde se localiza o nosso Sistema Solar, se deu por meio desse fenômeno. Seu nome se relaciona com seu aspecto esbranquiçado, de aparência leitosa, característica de fácil visualização em noites de céu limpo e em locais de baixa poluição atmosférica e luminosa. A imagem ao lado, divulgada pela Nasa, é uma representação da Via Láctea composta por bilhões de estrelas e astros menores, poeira e gases cósmicos.

O Sol, a estrela fundamental do nosso Sistema Solar, é a fonte de luz e vida do planeta Terra. Segundo estudos, passou pelo mesmo processo de agrupamento, sendo uma das bilhões de estrelas da Via Láctea. De acordo com estudos astronômicos, o Sol teria se formado há cerca de 4,5 bilhões de anos, um pouco antes da formação da Terra. Centro do Sistema Solar, o Sol orbita, por sua vez, na periferia da Via Láctea.

Já os planetas se formaram a partir da aglutinação do gás e da poeira que orbitavam o Sol logo após sua formação. Devido à atração gravitacional e à ação dos ventos solares, na região interior do Sistema Solar – ou seja, a mais próxima do Sol – concentrou-se a poeira, mais densa, que deu origem aos planetas rochosos: **Mercúrio, Vênus, Terra e Marte**. Os gases, por sua vez, se concentraram na parte externa e deram origem aos planetas gasosos: **Júpiter, Saturno, Urano e Netuno**.

Figura 5: Representação do Sistema Solar.

A Lua, por sua vez, teria se formado a partir do choque de um grande asteroide com a Terra, que lançou uma grande quantidade de matéria para o espaço próximo do planeta e, na medida em que essa matéria se condensou, a Lua se formou e passou a orbitar a Terra.

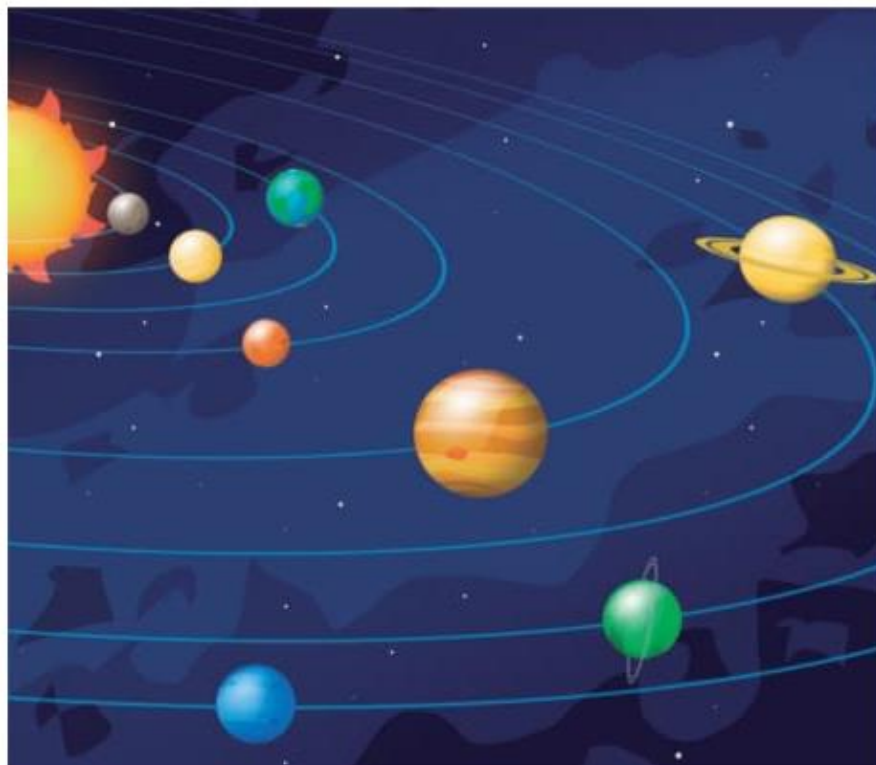


IMAGEM SEM ESCALA.  
CÓPIAS FANTASIA.

Representação dos oito planetas do Sistema Solar e suas posições em relação ao Sol: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Plutão foi reclassificado no ano de 2006 como planeta anão.

#### PARA AMPLIAR

##### O Sistema Solar e os dias da semana

Você já percebeu que há, em algumas línguas, uma relação entre os nomes dos dias da semana e a astronomia? Toda vez que olhamos para um calendário na língua inglesa ou espanhola, por exemplo, estamos vendo o resultado de observações astronômicas feitas pelos antigos gregos e romanos. Eles usaram os planetas do Sistema Solar, o Sol e a Lua (que, por sua vez, receberam o nome dos deuses do panteão greco-romano) para nomear os sete dias da semana, e muitas línguas de origem latina (com exceção do português) ainda seguem essa tradição.

Em espanhol, por exemplo, os cinco dias "úteis" da semana são *lunes*, *martes*, *miércoles*, *jueves* e *viernes*. Consegue identificar a quais planetas ou corpos celestes esses dias se referem? Os nomes são derivados do latim: *dies Lunae*; *dies Martis*; *dies Mercurii*; *dies Iovis* e *dies Veneris*. Agora ficou mais fácil, não? Os dias da semana fazem referência à Lua, Marte, Mercúrio, Júpiter e Vênus.

Em relação aos dias do fim de semana, a maioria das línguas latinas adotou o padrão cristão, assim como o português, nomeando-os de sábado e domingo. A língua inglesa, porém, ainda usa o padrão astronômico: *Saturday* e *Sunday*, que se referem a Saturno e ao Sol, respectivamente. Os demais dias da semana na língua inglesa também remetem à astronomia, porém com nomes derivados de línguas germânicas.

Fonte: SESI, Ensino Médio (2022).

Para desenvolver o letramento científico, dando condições para que o estudante amplie seu repertório científico e sociocultural, e dessa forma aprofundar suas concepções teóricas e práticas a partir da capacidade cognitiva de entender a

dinâmica natural do nosso planeta e as mudanças climáticas que ocorrem na Terra essa sequência didática focou em potencializar os estudos dos planetas rochosos do Sistema Solar como forma de identificar os desafios inerentes à preservação do equilíbrio do sistema Terra. Com a Sequência Didática, essa articulação de etapas intercaladas, com ações teóricas e práticas estimularam a aprendizagem significativa, dando sentido e coerência às discussões na sala de aula. O ponto de partida foi a compreensão sobre as atmosferas dos planetas telúricos do Sistema Solar.

Para caracterizar e compreender as atmosferas dos planetas rochosos Mercúrio, Vênus, Terra e Marte e ter como produto uma Sequência Didática, mediante a investigação, análise, compreensão e avaliação dos estudantes, foi realizada uma Sequência Didática nas turmas do 1º Ano do Ensino Médio da Escola Sesi José Carvalho, visando dar ênfase a formação científica e potencializar a aprendizagem significativa dos estudantes. Serafian (2019) afirma que,

A elaboração de uma SD com caráter investigativo deve considerar o desenvolvimento dos indicadores da alfabetização científica que, conforme Sasseron (2010), abarcam a seriação de informações, a organização e a classificação de informações, o levantamento e o teste de hipóteses, a justificativa e a explicação. Cabe destacar a importância do conhecimento específico do conteúdo por parte do professor, pois é ele que dará condições da elaboração de uma SD investigativa que contribua para a aprendizagem significativa. (Serafian, 2019, p. 2875).

O ensino de Astronomia nas aulas de Geografia assume maior relevância e significado na formação dos estudantes, ampliando sua visão de mundo e desconstruindo paradigmas que questionam a credibilidade do conhecimento científico em relação à origem e formação do Universo, aos fatores que permitem o desenvolvimento da vida como a conhecemos na Terra – e não em outros planetas do Sistema Solar –, bem como às mudanças climáticas que, embora comuns ao longo da história geológica do planeta, têm sido intensificadas pelas ações antrópicas, ou seja, pelas atividades humanas. Essas ações, ao potencializarem tais mudanças, geram impactos significativos e problemas de ordem ambiental, social e econômica para a sociedade contemporânea.

Na Sequência Didática cabe utilizar as metodologias que acompanham as tecnologias voltadas para a aprendizagem. Cabe citar a Gamificação como estímulo para mobilizar os estudantes na verificação do conhecimento, portanto, a utilização por professores é comum e contribui para mapear dados quantitativos e qualitativos.

### 2.2.1 A Gamificação na aplicação da Sequência Didática

O Ensino-Aprendizagem implica numa troca entre os sujeitos envolvidos na realização de atividades no ambiente escolar, que possibilita uma interação resultando na construção de conhecimentos a partir das experiências vivenciadas. Moratori (2003, p. 1) diz que “o jogo educativo deve proporcionar um ambiente crítico, fazendo com que o aluno se sensibilize para a construção de seu conhecimento com oportunidades prazerosas para o desenvolvimento de suas cognições”, nesta perspectiva é crucial dentro do planejamento das aulas dedicar um tempo para elaborar estratégias pedagógicas que permitam a utilização da Gamificação para estimular a aprendizagem dos estudantes e que possam guiá-los na construção dos saberes necessários à sua formação.

Na Gamificação, Silva (2012) foi um dos pioneiros a implementar os jogos digitais em ambientes educacionais brasileiros, desenvolvendo o projeto "Tablets na Educação" em Santa Catarina. Em sua pesquisa demonstrou como elementos de jogos digitais podem aumentar o engajamento em aulas de STEM (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Dando mais espaço no ambiente da sala de aula, Meira (2013) destacou a aplicação de mecânicas de jogos em contextos educacionais formais. Seu trabalho na OJE (Olimpíada de Jogos Digitais e Educação) integrou competições gamificadas ao currículo escolar.

A Tait (2015) que é pesquisadora da Universidade Federal do Paraná, estabeleceu parâmetros para avaliação de eficácia da gamificação no ensino básico, com estudos empíricos em escolas do Paraná, constatando que através da gamificação é possível promover um ambiente favorável para desenvolver as competências básicas da sua formação. Ainda sobre a inserção da gamificação em busca de promover a aprendizagem, Bello (2016, p. 89) traz que "a gamificação, quando ancorada na BNCC, potencializa o desenvolvimento de competências ao transformar objetivos curriculares em desafios lúdicos".

Bottentuit Junior (2017), descreve que o Kahoot é uma aplicação/plataforma disponível na Internet, que permite a criação de atividades educativas e gamificadas para a dinamização de exercícios de múltipla escolha, de ordenamento, de perguntas abertas e questionários durante as aulas. Sendo assim, a utilização do Kahoot tornou-se muito apreciada pelos docentes em diversos contextos de aprendizagem, seja para

iniciar abordagens conceituais atrelados aos objetos do conhecimento, seja para realizar verificações dos aprendizados após a realização de alguma prática pedagógica.

Nesta ferramenta é possível envolver todos os estudantes da turma no jogo, que pode ser realizado através do uso de tablets, computadores e dos aparelhos celulares, muito comuns na sala de aula. Os discentes podem se conectar através de um código PIN gerado pela plataforma ou até mesmo fazer a leitura do Qr-code liberado ao abrir o jogo. Por meio desse passo a passo, eles podem ter acesso ao game e ao mesmo tempo que podemos verificar se os conceitos trabalhados nas etapas anteriores foram consolidados, estimulando também a competitividade, a cooperação e o apoio nos casos de dúvidas e/ou erros.

### 2.3 LETRAMENTO CIENTÍFICO

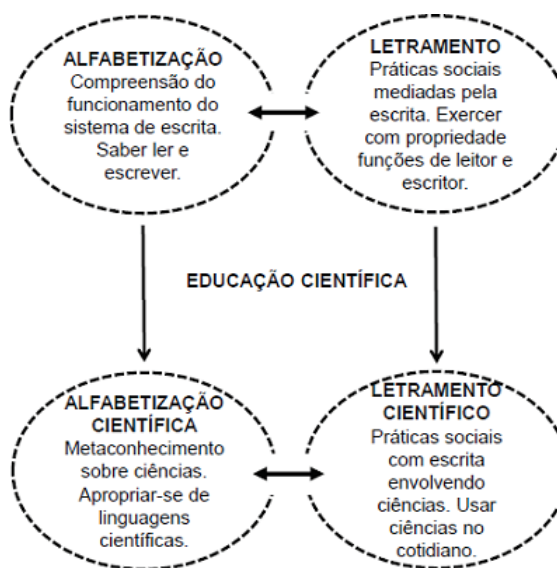
O letramento científico consiste na capacidade de compreender e aplicar conceitos científicos no cotidiano. Em um mundo cada vez mais tecnológico e moldado pelos avanços da ciência, os estudantes precisam dominar esses saberes para interagir criticamente com a realidade. Contudo, como alerta Shamos (1995, p. 87), "a ideia de que todos devem ser cientificamente letrados é um mito. A verdadeira alfabetização científica é rara, mesmo entre cientistas", o que evidencia o desafio de promover esse letramento em sala de aula. O autor complementa que "o letramento científico real envolve entender a ciência como um processo de investigação, não como um corpo estático de fatos" (Shamos, 1995, p. 156), destacando a complexidade de criar ambientes educacionais que desenvolvam competências investigativas e de aplicação prática.

Silva e Oliveira (2018) discutem a importância do letramento científico para a formação cidadã dos estudantes, destacando a necessidade de práticas pedagógicas que promovam a compreensão crítica da ciência e sua aplicação no cotidiano. A questão reforça a necessidade da escola como espaço de ampliação das perspectivas dessa interpretação dos fatos que circundam direta ou indiretamente a vida do educando e a partir dessa compreensão particular ele possa assimilar e tomar atitudes no que diz respeito aos fenômenos naturais e sociais.

Santos e Costa (2019) analisam como a BNCC aborda o letramento científico e propõe estratégias para sua implementação nas escolas, visando à formação de

cidadãos críticos e participativos. Branco, et. al. (2018) discorrem que o Letramento Científico considera as habilidades e competências necessárias para o uso dessas informações (nem sempre considerando a questão social). Nessa concepção, distinguem o Letramento Científico como o uso que se faz a partir do conhecimento científico conforme Silva (2021) apresenta na Figura 6.

Figura 6: Configuração da educação científica no processo de formação do estudante.



Fonte: Silva (2021).

Almeida e Lima (2020) abordam a relação entre letramento científico e alfabetização científica, e como as metodologias para o ensino de ciências promovem a compreensão crítica dos fenômenos naturais. Eles enfatizam a importância de promover uma educação que transcenda a mera transmissão de conceitos, concentrando-se na formação de cidadãos críticos e participativos. Os autores procuram refletir sobre a maneira como o ensino de ciências pode contribuir para o desenvolvimento do letramento científico na educação básica.

À luz das mudanças que vêm acontecendo no mundo em diversas frentes, desenvolver as habilidades necessárias para acompanhar essas mudanças sociais, políticas e naturais devem ser o mote da aprendizagem. As áreas das Ciências se preocupam em dar subsídios para que o letramento científico seja alcançado nessa etapa de formação tão crucial da vida do indivíduo. No caminho em busca das

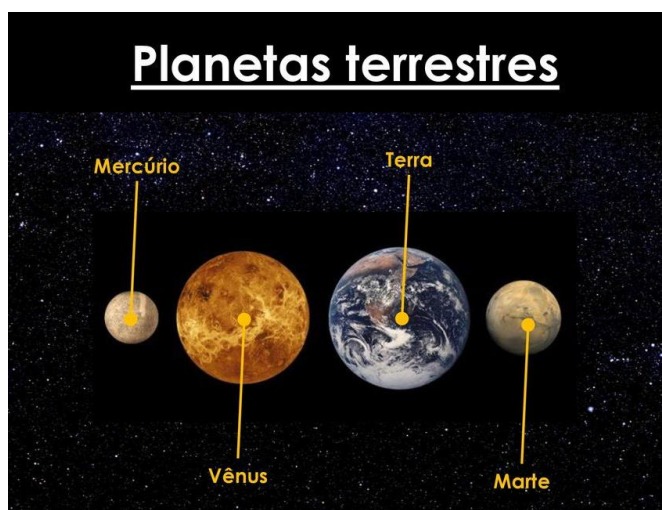
habilidades necessárias para compreender esses fenômenos foi designado o estudo da atmosfera dos planetas rochosos do Sistema Solar.

## 2.4 OS PLANETAS ROCHOSOS

O Universo abriga outros sistemas estelares, alguns com estruturas semelhantes ao nosso Sistema Solar. Contudo, como destacam Lissauer e Devincenzi (2022, p. 15), "apenas 10% dos sistemas exoplanetários conhecidos seguem uma arquitetura semelhante à do Sistema Solar, com planetas rochosos internos e gigantes gasosos externos". Essa configuração particular resulta de processos formativos específicos conforme diz Chambers (2021, p. 5), "o Sistema Solar formou-se há aproximadamente 4.6 bilhões de anos a partir de um disco de gás e poeira, onde 99% da massa se concentrou no centro (proto-Sol), enquanto os 1% restantes deram origem aos planetesimais", os blocos constituintes dos planetas atuais.

Sendo objeto de estudo deste trabalho, os planetas rochosos ou planetas telúricos correspondem aos astros que orbitam o Sol na parte mais interna do Sistema Solar. A superfície é sólida e são compostos principalmente por rochas e minerais, possuem um manto rochoso formado por silicatos e um núcleo denso formado por ferro e níquel, que pode ser sólido ou líquido a depender da pressão e da temperatura. A Figura 7 ilustra os quatro planetas rochosos do Sistema Solar.

Figura 7: Representação dos planetas rochosos.



Fonte: Slide Player (2019).

Lichtenberg et al. (2022) discorrem sobre os principais processos geofísicos e geoquímicos que moldam a evolução de planetas rochosos e os seus precursores planetesimais. Os planetas rochosos começam a se estruturar na fase do disco, na qual o aquecimento por decaimento radioativo de isótopos é crucial para que ocorra a fusão e diferenciação dos planetesimais. Após a dissipação do disco os embriões planetários acabam colidindo, gerando impactos de grande magnitude levando a formação de material magmático e, por conseguinte o resfriamento e solidificação destes planetas. Na etapa seguinte a solidificação do oceano de magma afeta a estrutura interna do planeta e concomitante ocorre a formação da atmosfera.

Figura 8: Sistema Solar, os 8 planetas, luas e os cinturões com os principais asteroides.



Fonte: Solar System Scope (2025).

A Figura 8 demonstra como se estrutura o nosso Sistema Solar, destacando os planetas rochosos que permaneceram mais próximos ao Sol, devido a sua alta densidade. Os planetas gasosos formados principalmente por gases como o Hidrogênio (H) e o Hélio (H<sup>2</sup>) foram expelidos para regiões mais distantes. Na Tabela 1 abaixo é apresentada a densidade dos planetas. Essa densidade é dada pela massa versus volume, ou seja, o quão compacta ou densa é a matéria do planeta.

Tabela 1: Densidade média dos planetas do Sistema Solar.

| <b>Planeta</b> | <b>densidade média</b> |
|----------------|------------------------|
| Mercúrio       | 5,44                   |
| Vênus          | 5,25                   |
| Terra          | 5,52                   |
| Marte          | 3,94                   |
| Júpiter        | 1,24                   |
| Saturno        | 0,63                   |
| Urano          | 1,21                   |
| Netuno         | 1,67                   |
| Plutão         | 1 (??)                 |

Fonte: EOA Sul Fluminense (2012).

Os planetas telúricos foram formados a partir da agregação de elementos químicos mais pesados no período de formação do Sistema Solar e os materiais foram se aglutinando mais próximos ao Sol. Teixeira (2009) salienta que os planetas rochosos têm massa pequena e uma densidade média semelhante à da Terra, em torno de  $5\text{g/cm}^3$ . Estes planetas têm maior concentração de silicatos (formados por Silício e Oxigênio) e metais como Ferro, Alumínio e Magnésio. Teixeira (2009, p. 30) diz que durante a formação do Sistema Solar,

A elevada densidade numérica de grãos no disco e a excentricidade de suas órbitas em torno do centro propiciaram colisões de baixa velocidade entre os grãos, forçando-os a unirem-se por atração de forças eletrostáticas. Esse processo permitiu que corpos maiores pudessem surgir e, com o acúmulo de massa, a força gravitacional passou a atuar como agente agregador de matéria. Assim foram formados os planetíssimos, blocos de material com dimensões quilométricas, que se agregam para formar blocos ainda maiores, os protoplanetas. (Teixeira, 2009, p. 30).

A alta densidade de partículas no disco protoplanetário, combinada com a excentricidade de suas órbitas em torno do centro, propiciou colisões de baixa velocidade entre os grãos. Essas colisões permitiram a atração entre as partículas por meio de forças eletrostáticas, promovendo a coalescência dos grãos. Com o avanço desse processo, surgiram corpos de maiores dimensões, e, à medida que a massa se acumulava, a força gravitacional passou a atuar como um mecanismo predominante na agregação de matéria. Dessa forma, formaram-se os planetesimais, estruturas com dimensões da ordem de quilômetros, que, por sua vez, coalesceram para originar corpos ainda mais massivos.

### 3 A ATMOSFERA

A atmosfera corresponde a camada de gases que envolve corpos celestes capazes de produzir força gravitacional suficiente para evitar a velocidade de escape dessas moléculas. Belyaev *et al.* (2020) diz que é um sistema dinâmico e complexo que exerce uma função essencial na física e na química de um planeta. A atmosfera possui grande relevância no que diz respeito à dinâmica natural dos diferentes astros, sendo capaz de contribuir para o desenvolvimento dos processos físicos, químicos e biológicos que lhes conferem capacidade de abrigar a vida como conhecemos. Para uma definição simples de acordo com o dicionário Michaelis, uma Atmosfera (1,0 Atm) na Física é a “unidade de medida de pressão, igual a 101.325 Pa, equivalente à pressão da atmosfera no nível do mar”. Sendo assim, estudar como se comporta e se organiza em diferentes planetas contribui para compreender melhor a sua física.

No planeta Terra a respiração é o resultado da troca gasosa entre um organismo vivo e o meio ambiente, logo, os seres estão em contato direto com a atmosfera e por meio dela ocorre esse processo natural da troca do Gás Carbônico ( $\text{CO}_2$ ) pelo Oxigênio ( $\text{O}_2$ ). A atmosfera exerce um papel crucial por suas características peculiares e se diferencia de outros planetas pela composição, estrutura e interações físicas e químicas. Na sequência serão apresentadas características gerais dos quatro planetas rochosos e a descrição de suas respectivas atmosferas.

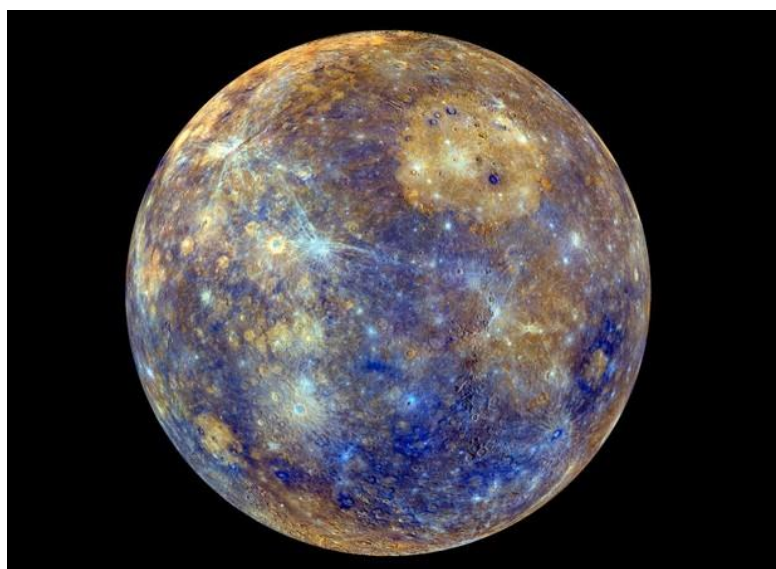
#### 3.1 A ATMOSFERA DE MERCÚRIO

Mercúrio é um dos planetas telúricos do Sistema Solar, sendo o mais próximo do Sol. Seu nome faz referência ao deus Mercúrio da mitologia romana, o mais rápido dos deuses e há referências na mitologia grega como Apolo por ser visível no crepúsculo. Silva e Costa (2019) ressaltam que as primeiras observações do planeta Mercúrio foram realizadas por civilizações antigas, como os babilônios e os gregos, que registraram os movimentos desse corpo celeste no céu. Em particular, os gregos associaram Mercúrio ao deus Hermes e identificaram seus ciclos de aparecimento e desaparecimento no firmamento. Durante a Idade Média, astrônomos árabes e europeus avançaram nas observações por meio do uso de instrumentos como o astrolábio, o que permitiu maior precisão nos estudos. Sheehan, Boudreau, Manara (2011, p.358) falam que

"Schiaparelli acreditava que Mercúrio estava em rotação síncrona com o Sol (mostrando sempre a mesma face, como a Lua em relação à Terra), uma conclusão baseada em suas observações de supostas 'manchas permanentes' na superfície. No entanto, imagens CCD contemporâneas revelam que Mercúrio tem uma rotação ressonante 3:2 (três rotações a cada duas órbitas), conforme confirmado pela sonda Mariner 10 na década de 1970. As 'manchas' descritas por Schiaparelli provavelmente eram ilusões de ótica ou artefatos da turbulência atmosférica terrestre, comum em observações telescópicas da época. Sheehan, Boudreau, Manara (2011, p.358)

Estes cientistas conseguiram mapear as características superficiais do planeta, contribuindo significativamente para o aprofundamento do conhecimento sobre a física de Mercúrio (Figura 9) que conforme a imagem foi observado pela Messenger no comprimento de onda Raio X e Infravermelho (NASA, 2013).

Figura 9: Planeta Mercúrio.



Fonte: NASA (2013).

Segundo a Agência Espacial Europeia (ESA) a estrutura interna do planeta é composta por um grande núcleo de ferro e possui um diâmetro de cerca de 4.879 km, sendo um pouco maior do que a Lua. Está localizado a cerca de 58 milhões de quilômetros do Sol, sua órbita é de aproximadamente de 88 dias terrestres, possui uma rotação lenta, o que equivale a 58 dias terrestres.

Tais atributos fizeram com que o planeta desenvolvesse características particulares ao longo do tempo de evolução do Sistema Solar. A temperatura pode chegar a 450 ° Celsius durante o dia e cair para -180 ° Celsius durante a noite. O grau de inclinação do planeta é muito pequeno, correspondendo a apenas 0.01°C. Esta

posição torna a radiação solar bem direta e poderosa, fazendo com que nos polos exista gelo.

Domingos e Almeida (2019) investigaram as características da atmosfera de Mercúrio, com foco em sua composição, estrutura e dinâmica. A atmosfera do planeta, denominada exosfera, é extremamente rarefeita e composta predominantemente por átomos de oxigênio (O), sódio (Na), hidrogênio (H), hélio (He) e potássio (K). Esses elementos são liberados da sua superfície por meio de processos como sputtering (impacto de partículas provenientes do vento solar) e vaporização térmica.

Diferentemente da atmosfera terrestre, a exosfera de Mercúrio não apresenta uma estrutura definida, sendo fortemente influenciada pela radiação solar e pelo vento solar. A proximidade do planeta em relação ao Sol intensifica a interação com partículas carregadas, que removem átomos da superfície e os mantêm em uma camada extremamente tênue ao redor do planeta. Essa atmosfera é continuamente renovada devido à perda dos átomos para o espaço e à reposição por processos que ocorrem na superfície. Além disso, a baixa gravidade de Mercúrio — aproximadamente 38% da gravidade terrestre — contribui para a rápida dispersão das partículas para o espaço, caracterizando a dinâmica peculiar dessa exosfera.

Explorar o planeta Mercúrio representou um desafio significativo, especialmente em um período marcado pela Guerra Fria, quando a corrida espacial evidenciava a supremacia norte-americana em relação à União Soviética. Nesse contexto, o desenvolvimento de novas tecnologias espaciais foi imprescindível para ampliar o conhecimento do espaço e aprofundar os estudos sobre este corpo celeste.

A NASA lançou a missão Mariner 10, que ocorreu entre 1973 e 1975, com o objetivo de investigar a superfície, a atmosfera e o campo magnético de Mercúrio. Esta missão proporcionou as primeiras imagens detalhadas do planeta e confirmou a existência de um campo magnético de baixa intensidade. Na Tabela 2 é apresentada a composição atmosférica do planeta após a missão espacial ao planeta rochoso.

Tabela 2: Composição da atmosfera do planeta Mercúrio.

| Composição Atmosférica | Percentual/% |
|------------------------|--------------|
| Hélio                  | 42%          |
| Sódio                  | 42%          |
| Oxigênio               | 15%          |
| Outros                 | 1%           |

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 10: Mariner 10, colocado no espaço em 1973 pela NASA.



Fonte: NASA. Disponível em: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/image/spacecraft/mariner10.gif>.

Mais recentemente, a sonda Messenger (figura 11), em operação de 2004 a 2015, foi enviada para mapear e analisar com maior profundidade a composição da superfície, o campo magnético e o núcleo de Mercúrio. As análises dos dados coletados revelaram, entre outros achados, a presença de gelo nas crateras das regiões polares, além de oferecer um detalhamento aprimorado da geologia do planeta.

Figura 11: A sonda Messenger foi lançada em 2004 pela NASA e realizou diversas coletas de dados até o ano de 2015.



Fonte: NASA (2014) Disponível em: <https://www.nasa.gov/image-article/messenger-10-years-space-by-numbers/#.VPuG7PnF98E>.

### 3.2 A ATMOSFERA DE VÊNUS

O planeta Vênus (Figura 12) recebe o nome de deusa do amor e da beleza segundo a mitologia romana e desperta o interesse da humanidade há muito tempo. É o planeta mais brilhante visto da Terra, devido a reflexão da luz solar e a sua beleza inspirou diversas civilizações ao longo dos anos. Com o avanço da Astronomia tornou-se viável conhecê-lo melhor e Galileu Galilei mesmo no século XVII já havia registrado suas fases, muito semelhante às fases da nossa Lua. Na figura 11 é apresentado o registro do planeta Vênus, imagem disponibilizada pela NASA em 18 de julho de 1996.

Figura 12: O hemisfério norte é exibido nesta visão global da superfície de Vênus, conforme vista pela sonda espacial Magellan da NASA.



Fonte: NASA (1991). Disponível em: <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA00104> .

Após o desenvolvimento de instrumentos modernos como os telescópios e também as missões espaciais, sua observação possibilitou construir uma base de dados que permite conhecer melhor sua estrutura, composição química e compreender a sua física. Gilli (2022) diz que “entre os nossos vizinhos do Sistema Solar, Vênus têm sido o planeta mais visitado por espaçonaves feitas pelo homem, em parte porque é o mais próximo e mais fácil de alcançar da Terra do que qualquer outro planeta”. Porém, existem algumas especificidades que se tornam relevantes destacar, como a massa, o volume e a densidade muito similares aos valores encontrados aqui no planeta Terra, o que ao primeiro passo pode parecer aspectos

físicos que geram um certo entusiasmo quanto a uma possível exploração. Esse entusiasmo permanece até o momento em que passamos a entender outras características da “Estrela Dalva”, como por exemplo a sua atmosfera. Sobrinho, (2012), discorre sobre características da atmosfera venusiana,

Os dados enviados pela pioneira Mariner 2 permitiram concluir que a temperatura na superfície de Vênus é superior a 400°C. Isto exclui a possibilidade de existência de água no estado líquido na superfície ou de vapor de água na atmosfera do planeta. A sonda Venera 7 desceu à superfície do planeta em 1970 tendo registado uma temperatura de 460°C, uma pressão equivalente a 90 atmosferas e uma densidade do ar cerca de 50 vezes superior à verificada na Terra ao nível do mar. A atmosfera é composta por 96.5% de CO<sub>2</sub> (na Terra temos apenas 1% de CO<sub>2</sub>) e 3.5% de N<sub>2</sub>. A enorme quantidade de CO<sub>2</sub> causa um forte efeito de estufa contribuindo para que a temperatura na superfície do planeta seja sempre de 460°C dia e noite e independentemente do local. (Sobrinho, 2012 p. 10).

Tais credenciais revelam ser fisicamente improvável encontrar seres vivos em condições tão inóspitas, contudo, só os estudos futuros poderão investigar o passado de formação deste planeta tanto para a ocorrência de água quanto de microrganismos. O planeta Vênus se destaca quando passamos a entender seus mecanismos naturais, conforme Beserra (2021),

Ainda que pareça distante o cenário encontrado em Vênus com o que hoje experimentamos, na Terra, quando paramos para analisar o motivo pelo qual se estabeleceu um ambiente tão hostil nesse nosso vizinho, nos deparamos inevitavelmente com um grande alerta para os rumos que o nosso planeta pode tomar. Isso porque acredita-se que Vênus adquiriu suas características atuais após ter passado por um aquecimento global de grandes proporções, e que foi responsável por extinguir todas as suas bacias hidrográficas e, conseqüentemente, todas as possibilidades de que houvesse vida, como a conhecemos. (Beserra, 2021, p. 18).

À medida que compreendemos as características mais marcantes de Vênus, torna-se evidente o quanto ainda há para explorar cientificamente nesse planeta rochoso, que apresenta notáveis semelhanças com a Terra em termos de tamanho, densidade e características geológicas (Basilevsky e Head, 2003). Atualmente, graças a técnicas como a espectroscopia e aos dados coletados pela missão Venera, do programa espacial russo, foi possível quantificar e analisar os gases que compõem a atmosfera venusiana. Esses avanços destacam a importância contínua de estudos detalhados sobre Vênus, visando desvendar os processos que levaram às suas condições extremas e às diferenças em relação à Terra. A Tabela 3 apresenta a composição química da atmosfera de Vênus, que foi resultados das missões espaciais Venera e Magellan.

Tabela 3: Composição da atmosfera de Vênus.

| <b>Composição Atmosférica</b>                                                                                                                                       | <b>Percentual/%</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Dióxido de Carbono                                                                                                                                                  | 96.5%               |
| Nitrogênio                                                                                                                                                          | 3.5%                |
| Dióxido de Enxofre<br>Vapor de água<br>Monóxido de Carbono<br>Argônio<br>Hélio<br>Neônio<br>Sulfureto de Carbono<br>Cloreto de Hidrogênio<br>Fluoreto de Hidrogênio | Traços              |

Fonte: Elaborada pelo autor.

Vênus, frequentemente considerado o "irmão gêmeo" da Terra, tem sido alvo de diversas missões espaciais ao longo das últimas décadas. Essas iniciativas faziam parte das estratégias das potências mundiais da época para avançar no estudo do planeta, visando compreender melhor suas características naturais e compará-las com as da Terra.

Em 1961, a União Soviética lançou a missão Venera, pioneira na exploração de Vênus. Seus objetivos incluíam o estudo da atmosfera e da superfície do planeta, com foco na coleta de dados sobre as condições ambientais extremas, como as altíssimas temperaturas e a pressão atmosférica elevada. Além disso, a missão buscou registrar imagens e informações geológicas para caracterizar o relevo e a morfologia venusiana, testar a resistência de instrumentos e tecnologias em um ambiente tão hostil e contribuir para o desenvolvimento de futuras missões a planetas com condições adversas. A Venera também investigou a composição química, a estrutura e a dinâmica da atmosfera, medindo parâmetros como pressão, temperatura e componentes gasosos. Por fim, a missão visou compreender os processos evolutivos que levaram às distintas trajetórias de Vênus e da Terra, especialmente no que diz respeito ao efeito estufa e à dinâmica atmosférica. Essa missão permitiu realizar o primeiro registro da superfície de Vênus conforme a Figura 13.

Figura 13: A superfície de Vênus vista da Venera 14.



The Surface of Venus from Venera 14

Image Credit: [Soviet Planetary Exploration Program, Venera 14:](#)

Processing & Copyright: [Donald Mitchell](#) & Michael Carroll (used with permission)

Fonte: Soviet Planetary Exploration Program, Venera 14 (Donald Mitchel & Michael Carroll).

Posteriormente, a missão Magellan, lançada pela NASA em 1989, teve como principal objetivo mapear a superfície de Vênus utilizando radares, superando a limitação imposta pela densa cobertura de nuvens que impede a observação óptica convencional. A Magellan buscou identificar e caracterizar características geológicas, como planícies, montanhas, estruturas tectônicas e evidências de atividade vulcânica. Além disso, a missão mediu variações no campo gravitacional do planeta para inferir informações sobre sua estrutura interna, composição e processos dinâmicos que influenciaram sua evolução. Como resultado, a Magellan (Figura 14) produziu mapas de alta precisão de aproximadamente 90% da superfície venusiana.

Figura 14: A sonda Magellan e o Space Shuttle Atlantis durante o lançamento que iria levar a sonda para Vênus.



Fonte: Wikipédia.

Essas missões foram fundamentais para ampliar o conhecimento sobre Vênus, destacando suas semelhanças e diferenças em relação à Terra e contribuindo para o avanço da ciência planetária.

### 3.3 A ATMOSFERA DA TERRA

A Terra (Figura 15) é o único planeta do Universo no qual temos como comprovar e constatar o desenvolvimento da vida com tal complexidade e riqueza como conhecemos. Com a expansão dos estudos sobre o Cosmos, principalmente através da Astronomia, foi possível construir uma leitura do passado intergaláctico, desvendando processos físicos, químicos e biológicos ao longo dos 13,8 bilhões de anos do Universo.

Figura 15: Planeta Terra visto do espaço.



Fonte: Globo.com (2022).

Barry (2013) diz que a atmosfera passa por um processo de evolução há pelo menos 400 milhões de anos, após o desenvolvimento de uma cobertura vegetal considerável. Dentre todas as singularidades observadas na Terra, compreender os fatores que desencadearam as diferentes fases de formação da atmosfera, torna-se de tamanha relevância, pois, desde a sua gênese, a mesma, passa por transformações constantes, se adaptando aos diferentes contextos, dando condições para o seu equilíbrio térmico-químico e aos múltiplos eventos ligados a ela. Neste

sentido Oliveira, Cordani e Fairchild (2009) afirmam que “a atmosfera é responsável pelas grandes transformações que ocorrem superficialmente e pela própria existência da biosfera, tanto nos domínios oceânicos como nas terras emersas”. Para compreender a definição e as características da mesma, Dias e Militão (2007) afirmam que,

A atmosfera terrestre é a camada composta por radiação, gases e material particulado (aerossóis) que envolve a Terra e se estende por centenas de quilômetros. Os limites inferiores da atmosfera são, obviamente, as superfícies da crosta terrestre e dos oceanos. Contudo, os seus limites superiores não são bem definidos porque, com o aumento da altitude, a atmosfera vai se tornando cada vez mais tênue, em relação ao seu conteúdo de matéria, até que ela se confunda com o meio interplanetário. Para se ter uma ideia de quão rarefeita materialmente a atmosfera se torna à medida que se afasta da superfície terrestre, basta saber que 99% de sua massa está contida numa camada de aproximadamente 32 km. Para efeito de comparação, lembramos que o raio da Terra é aproximadamente de 6300 km. (Dias e Militão, 2007, p.23).

Conhecendo o conceito desse sistema natural, foi possível estudar sua gênese e verificar que até a atual constituição química, as condições para o desenvolvimento vida nos primórdios eram extremamente inóspitas, desta forma, foram necessários milhões de anos de adaptações e readaptações mediante aos fatores naturais que fizeram parte destes períodos até a consolidação e constituição da atual atmosfera. Jardim (2001) salienta que:

O processo mais importante ocorrido no planeta Terra foi o aparecimento da vida, o que deve ter ocorrido há aproximadamente 3,5 bilhões de anos. Até então, estima-se que nosso planeta apresentava uma atmosfera bastante redutora, com uma crosta rica em ferro elementar e castigada por altas doses de radiação UV, já que o Sol era em torno de 40% mais ativo do que é hoje e não havia oxigênio suficiente para atuar como filtro dessa radiação, como ocorre na estratosfera atual. Dentro dessas características redutoras, conclui-se que a atmosfera primitiva era rica em hidrogênio, metano e amônia. Estes dois últimos, em processos fotoquímicos mediados pela intensa radiação solar, muito provavelmente terminavam se transformando em nitrogênio e dióxido de carbono. Conforme esperado, todo oxigênio disponível tinha um tempo de vida muito curto, acabando por reagir com uma série de compostos presentes na sua forma reduzida. (Jardim, 2001, p. 5).

Dentre as várias funções da nossa atmosfera, vale destacar o que Correia (2020) cita “a nossa atmosfera, em particular a camada superior, absorve quase que totalmente a radiação na faixa do ultravioleta, que é nociva a vida marinha e terrestre”, demonstrando que todo o ciclo da vida é o resultado da interação entre os diversos eventos e com grande capacidade barrar a radiação solar, responsável por causar danos tanto aos seres humanos quanto às plantas. A Figura 16 exemplifica as subcamadas da atmosfera terrestre.

Figura 16: Camadas da atmosfera terrestre.



Fonte: Luso Meteo (2021).

Ainda sobre essa questão, Oliveira, Cordani e Fairchild (2009) discorrem que a camada da atmosfera que filtra a radiação ultravioleta e contribui para o efeito estufa é a estratosfera, que se localiza logo acima da troposfera. Nessa altitude, em torno de 80 km o ozônio ( $O^3$ ) interage com a radiação solar, havendo uma quebra da molécula, transformando em  $O^2$  e  $O$ , podendo interagir e novamente reiniciar o ciclo, sendo tal processo é imprescindível para a estabilidade da vida na Terra.

Neste cenário, nota-se que uma das camadas, a troposfera, agrega a grande maioria das moléculas necessárias para que as diversas interações ocorram todos os eventos correspondentes ao desenvolvimento da vida, desde a sua composição química aos elementos naturais que interagem dando tais características ao clima local e global. Porém, nem sempre foi assim, diversos cataclismos foram gerados a partir da interação com as placas tectônicas e as atividades vulcânicas como também processos extraterrestres, como a colisão de asteroides e meteoros e os seus desencadeamentos.

Os mecanismos naturais que estão imbricados para consolidar a estruturação e manutenção dos gases atmosféricos, relacionam-se com muitos eventos e de longa

duração não só na atmosfera, como na estabilização da litosfera. Segundo Jardim (2001), “à medida que desvendamos as grandes transformações químicas que a atmosfera terrestre vivenciou, procuramos avaliar quais foram as consequências dessas mudanças para a manutenção da vida na Terra”, nesta perspectiva. Para Galembeck e Costa (2016) *apud* (Jardim, 2001):

A atmosfera da Terra primitiva apresentava características físico-químicas marcantes: ausência do gás oxigênio; predomínio de gases como metano, gás carbônico, nitrogênio e amônia, além de quantidades significativas de sulfetos e cianetos. Por seu caráter eminentemente redutor, era formada por substâncias reduzidas. As temperaturas eram bem mais altas que as atuais, e o sol (radiação ultravioleta) consistia na principal fonte de energia”. (Galembeck e Costa, 2016, p. 318).

A trajetória evolutiva da aerosfera a partir da contribuição dos vegetais, que por sua vez passaram a realizar a fotossíntese e liberar o gás oxigênio, demonstra que estamos suscetíveis a mudanças significativas no comportamento e nas interações entre os elementos naturais, e mediante aos novos componentes que são lançados a partir das intervenções antrópicas. Na Tabela 4 é apresentada a composição atmosférica da Terra.

Tabela 4: Composição da atmosfera da Terra.

| <b>Composição atmosférica</b> | <b>Percentual/%</b> |
|-------------------------------|---------------------|
| Nitrogênio                    | 78,08               |
| Oxigênio                      | 20,95               |
| Argônio                       | 0,93                |
| Dióxido de Carbono            | 0,035               |
| Neônio                        | 0,0018              |
| Hélio                         | 0,00052             |
| Metano                        | 0,00014             |
| Criptônio                     | 0,00010             |
| Óxido Nitroso                 | 0,00005             |
| Hidrogênio                    | 0,00005             |
| Ozônio                        | 0,000007            |
| Xenônio                       | 0,000009            |

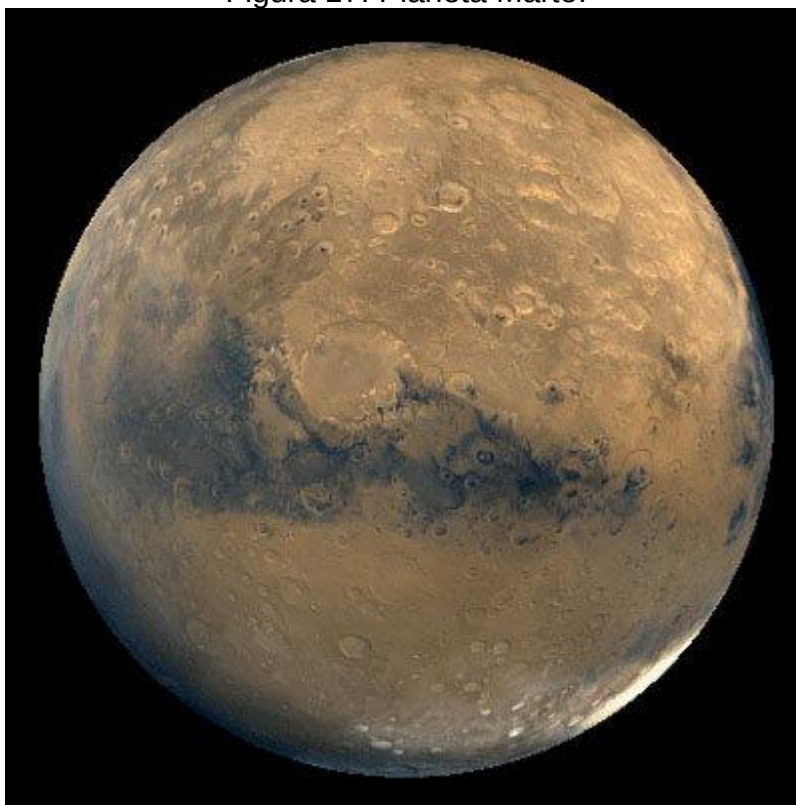
Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.4 A ATMOSFERA DE MARTE

Marte (Figura 17) é o quarto planeta do Sistema Solar a partir do Sol, está a 1,5 UA da estrela e possui similaridades com o planeta Terra. Tem uma superfície

rochosa, portanto um planeta telúrico, tem uma rotação de cerca de 24 horas e 37 minutos, o grau de inclinação do seu eixo no plano orbital é de  $25^\circ$ , o diâmetro corresponde a pouco mais da metade do diâmetro do nosso planeta, cerca de 6.794 km, as temperaturas oscilam bastante (em média  $-55^\circ \text{ C}$ ) e ainda possui uma fina camada atmosférica.

Figura 17: Planeta Marte.



Fonte: ESA.

Diferente da atmosfera terrestre, onde é possível realizar pesquisas mais detalhadas, ter dados e informações da atmosfera marciana só foi possível através de instrumentos tecnológicos e algumas técnicas como a espectroscopia. A exemplo da Mars Express, uma missão espacial da Agência Espacial Europeia lançada em 2003 tendo como objetivo de a missão procurar água abaixo da superfície e lançar um módulo de pouso na superfície, incluindo mapear a atmosfera de Marte. Essa missão espacial não tripulada teve seu orbitador e aterrissador lançados do Cazaquistão, a sua atividade durou até 2020 (Tabela 5).

Tabela 5: Características da Missão Mars Express.

|                                                                      |                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| PAPEL                                                                | Observação e exploração de Marte                                      |
| DATA DE LANÇAMENTO                                                   | 2 de junho de 2003                                                    |
| LANÇADOR/LOCALIZAÇÃO                                                 | Soyuz-Fregat/Baikonur, Cazaquistão                                    |
| LANÇAMENTO EM MASSA                                                  | 1223 kg                                                               |
| PERIÁPSE/APOÁPSE                                                     | 330 km/10 500 km                                                      |
| ÓRBITA                                                               | Órbita quase polar                                                    |
| MISSÃO NOMINAL                                                       | Um ano marciano (687 dias terrestres)   Estendido até o final de 2020 |
| + Primeira missão da ESA para outro planeta no nosso Sistema Solar + |                                                                       |

Fonte: ESA.

Com os dados da Mars Express sobre a atmosfera foi possível compreender que o tamanho do planeta estava diretamente relacionado à capacidade de manter as partículas presas por gravidade, ou seja, Marte por ser “leve” não dispõe de gravidade suficiente para segurar parte das moléculas que são varridas pelo vento solar, além da falta de um campo magnético. Segundo Robin Ramstad, do Instituto Sueco de Física Espacial, e principal autor do estudo Mars Express chegaram à conclusão que,

“Costumávamos pensar que a fuga de íons ocorre devido a uma transferência efetiva da energia do vento solar através da barreira magnética induzida por Marte para a ionosfera. Talvez contrariamente à intuição, o que realmente vemos é que o aumento da produção de íons desencadeado pela radiação solar ultravioleta protege a atmosfera do planeta da energia transportada pelo vento solar, mas muito pouca energia é realmente necessária para que os íons escapem por si mesmos, devido à baixa gravidade que liga a atmosfera a Marte.” (ESA, 2018).

O quarto planeta do Sistema Solar é o mais estudado fora da Terra e possui grandes chances de oferecer num futuro próximo missões mais complexas para ampliar os estudos sobre ele. A Agência Espacial Norte-Americana (NASA), possui grande destaque nas ações que exploram o planeta em suas mais diversas características, evidenciando os interesses para conhecer e compreender a dinâmica do planeta vizinho. Um outro aspecto interessante ao falar sobre Marte, é que ele se encontra na chamada Zona de Habitabilidade do Sistema Solar, região caracterizada pela ocorrência de diversos elementos químicos cruciais para o desenvolvimento da vida, como carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre. Portanto, se

enquadra como um possível ponto para a exploração humana. Jurado e Hernandez (2011, p. 184) discorrem que “Marte é um planeta com características muito mais semelhantes às da Terra, embora essas pequenas diferenças causem desigualdades bastante evidentes entre os dois corpos planetários”, destacando tamanha similaridades quanto ao período de rotação, a presença de gases comuns na sua fina atmosfera, a ocorrência de gelo em seus polos, a gravidade um pouco menor, por exemplo.

De acordo com os estudos realizados desde a década de 60, é possível quantificar a proporcionalidade dos gases que compõem a atmosfera marciana. Na tabela 1 a seguir, publicada pelo Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, visualizamos a disponibilidade dos gases presentes na camada gasosa que envolve o planeta. Na Tabela 6 estão destacados os principais componentes químicos da atmosfera marciana.

Tabela 6- Composição da Atmosfera de Marte.

| <b>Composição atmosférica</b> | <b>Percentual/%</b> |
|-------------------------------|---------------------|
| Dióxido de Carbono            | 95.32%              |
| Azoto                         | 2.7%                |
| Argônio                       | 1.6%                |
| Oxigênio                      | 0.13%               |
| Monóxido de Carbono           | 0.07%               |
| Água                          | 0.03%               |
| Neônio                        | 0.00025%            |
| Krypton                       | 0.00003%            |
| Xenônio                       | 0.000008%           |
| Ozônio                        | 0.000003%           |

Fonte: Elaborada pelo autor.

A composição atmosférica marciana reflete a grande dificuldade para que seres vivos possam respirar devido à alta concentração de Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ) cerca de 95,32% e a pequena porcentagem de Oxigênio ( $\text{O}_2$ ), aproximadamente 0,13%. Para estabelecer um comparativo, a ocorrência de Oxigênio ( $\text{O}_2$ ) na atmosfera terrestre corresponde a aproximadamente 21%, é o segundo gás mais abundante depois do Nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) estimado em 78%.

## 4 O AQUECIMENTO GLOBAL E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA TERRA

As mudanças climáticas já fazem parte da história do nosso planeta, pois, foram diversas etapas para que fossem constituídas as estratificações e as frações de gases que conhecemos hoje da atmosfera. Partindo desse pressuposto, compreendemos a relevância para discutir sobre o aquecimento global, na qual, esse fenômeno é definido por Silva e Paula (2009), como:

Um fenômeno climático de larga extensão, ou seja, um aumento da temperatura média superficial global, provocado por fatores internos e/ou externos. Fatores internos são complexos e estão associados a sistemas climáticos caóticos não lineares, isto é, inconstantes, devido a variáveis como a atividade solar, a composição físico-química atmosférica, o tectonismo e o vulcanismo. Fatores externos são antropogênicos e relacionados a emissões de gases-estufa por queima de combustíveis fósseis, principalmente carvão e derivados de petróleo, indústrias, refinarias, motores, queimadas etc. (Silva e Paula, 2009, p. 43).

É possível compreender que tais aspectos estão atrelados a múltiplos fatores, sendo sabido que os fatores internos fazem parte de um ritmo natural de adaptação dos elementos físicos do planeta e os externos estão ligados à interferência humana. Alguns estudos mencionam múltiplos fatores que podem ser apontados como resultado das alterações climáticas, gerando uma preocupação na recorrência cada vez maior dos fenômenos, com grau acentuado de danos tanto ambientais quanto socioeconômicos. Conti (2005) aponta que

(...) “poderiam ser citados para mostrar a evidência do processo de aquecimento planetário e dos quais os meios de divulgação se ocupam com muita frequência. Ocorrências de furacões em áreas não usuais, verões excessivamente quentes no hemisfério norte, estiagens severas em regiões habitualmente úmidas e outros distúrbios de sazonalidade, têm sido interpretados pela mídia e, mais cautelosamente, pela comunidade científica, como produtos da desestabilização climática”. (Conti, 2009, p.71).

Esses indicadores não podem ser desconsiderados quando tratamos dos efeitos causados a médio e longo prazo, porque estão ligados à atmosfera e são diretamente entrelaçados à qualidade de vida da população.

O passado do nosso planeta é marcado por eventos grandiosos e hostis, demonstrando que as elevadas temperaturas sempre se fizeram presentes na sua dinâmica. Oliveira, Cordani e Fairchild (2009) falam que,

Nos últimos 540 milhões de anos da história da Terra, o conteúdo fóssilífero dos sedimentos foi outro elemento importante na reconstituição paleoambiental, uma vez que determinadas associações florísticas e faunísticas são características de diferentes zonas climáticas, como no caso de recifes de corais que ocorrem em zonas tropicais. O clima da Terra sempre oscilou entre períodos quentes e períodos frios. Mas a história da Terra é dominada por períodos quentes, sem evidências de geleiras polares. Os

períodos frios são mais curtos, com duração de algumas dezenas a centenas de milhões de anos, caracterizados pelo desenvolvimento de calotas glaciais que se estendem até as latitudes médias ou mesmo baixas. (OLIVEIRA, Cordani e Fairchild, 2009, p.117).

Estas são algumas inferências que explicitam o conjunto de mudanças inevitáveis que resultaram em uma adaptação do nosso planeta. São processos relativamente comuns, porém não deixam de gerar as flutuações climáticas e na contemporaneidade causam impactos significativos para o meio ambiente, para a economia e não menos importante, para a sociedade. Vivemos numa fase de certa estabilidade, onde as diferentes partes do sistema Terra parecem harmonizar e dar um tom mais equilibrado aos fenômenos climáticos. Neste espectro, a atmosfera é um meio de acompanhar e mensurar as alterações da dinâmica natural, principalmente após as ações humanas, sendo possível criar modelos que evidenciam resultados não favoráveis à estabilidade dos processos naturais.

Com o advento da Revolução Industrial as mudanças na produção e consumo foram abruptas, gerando uma crescente demanda de recursos naturais. Neste movimento, a descoberta de novas fontes de energia para suprir a demanda econômica tornou-se cada vez maior, em especial o carvão mineral passou a ser amplamente utilizado na Inglaterra e outros países da Europa para suprir a demanda energética, fazer as ferrovias e as máquinas a vapor funcionarem. Lima e Oliveira Neto (2017), afirmam que,

O contínuo crescimento econômico até a Primeira Guerra Mundial esteve marcado pela mecanização geral da indústria, o surgimento das ferrovias e do poderio naval. A mecanização da indústria aumentou a produtividade da Grã-Bretanha, e as ferrovias, os navios e a energia a vapor criaram uma economia global, que, com o aumento da divisão do trabalho, foi responsável pela elevação do padrão de vida de toda a Europa. (Lima e Oliveira Neto, 2017, p.101).

A intensa utilização de fontes de energia fóssil desde essa época tem sido uma das pautas que os cientistas e ambientalistas apontam como contribuintes para o aumento da concentração de gases do efeito estufa, levando ao gradativo aumento da temperatura do planeta. Outro combustível fóssil muito explorado até os dias atuais é o petróleo, descoberto no período da Segunda Revolução Industrial e está incluído no grupo de potencializadores para o agravamento do efeito estufa. Tais questões não foram tão evidenciadas no âmbito político e apenas nos anos 60 foram realizados os primeiros encontros dos líderes mundiais para debater as questões relacionadas ao clima. A ciência passa a ter um papel crucial para estabelecer caminhos para a debate

ambiental e nesse movimento algumas conferências foram estabelecidas de maneira periódica visando fomentar as políticas de proteção do meio ambiente. Passos (2009) diz que

A Organização das Nações Unidas resolveu que havia chegado a hora de uma reação. A partir daí, desenvolvimento e meio ambiente passaram a ser discutidos no cenário mundial. Nessa perspectiva, em setembro de 1968 a UNESCO organizou Conferência de peritos sobre os fundamentos científicos da utilização e da conservação racionais dos recursos da biosfera, a qual, por sua vez, trouxe o reconhecimento dos Estados acerca da necessidade de uma declaração universal sobre a proteção e a melhoria do meio ambiente humano, o que levou à Declaração de Estocolmo, decorrente da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, capital da Suécia, em 1972. Teve início, portanto, a construção de mecanismos de proteção do meio ambiente, partindo-se, inicialmente, da Conferência de Estocolmo e, em seguida, da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992, conhecida como Rio-92, “com o propósito de discutir problemas urgentes referentes à proteção ambiental e ao desenvolvimento socioeconômico, tendo como base as premissas de Estocolmo 17”. (Passos, 2009, p.7).

Nesse intervalo de tempo a Atmosfera foi acometida com a concentração de muitos gases como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e o metano ( $\text{CH}_4$ ), que foram lançados a partir das atividades humanas, com a queima de combustíveis fósseis e a criação de gado, por exemplo. Podemos citar a Conferência de Viena e o Protocolo de Montreal, que aconteceram nos anos 80 e trouxeram avanços quanto ao uso de clorofluorcarbonetos (CFCs), que tinham grande efeito de destruição sob a camada de ozônio na estratosfera e pode ser considerado um dos mais importantes acordos sobre o clima com resultados positivos.

Os principais objetivos estabelecidos neste evento foram reduzir a emissão de CFCs em 80% entre 1996 e 1994; os países desenvolvidos devem reduzir o uso de CFCs em 75% até 2010 e em 99,5% até 2020; diminuir os níveis em 50% entre 1986 e 1999; eliminar a fabricação e o uso dos CFCs; a recuperação da camada de ozônio até 2065; Eliminar a fabricação e o uso dos tetracloretos de carbono, tricloroetano, hidrofluorcarbonetos, hidroclorofluorcarbonetos, hidrobromofluorcarbonetos e o brometo de metila.

## 5 METODOLOGIA

O estudo sobre a Atmosfera dos planetas também está relacionado ao nosso cotidiano e a grande recorrência em debates recentes acerca das mudanças climáticas. Todos estes aspectos estão diretamente relacionados às atividades industriais, sociais, políticas e econômicas, logo, a pesquisa possui grande relevância para tornar mais acessível a compreensão sobre a atmosfera, bem como destacar algumas ações que possam contribuir com o equilíbrio dela a partir da redução da intensificação do efeito estufa.

Seguindo esse percurso, foram elaborados os seguintes questionamentos: Como a compreensão do objeto de conhecimento 'Atmosfera', sua formação e composição, possibilita o desenvolvimento do Letramento Científico de estudantes do 1º Ano do Ensino Médio acerca das mudanças climáticas?

A pesquisa terá uma abordagem qualitativa com apoio em análise descritiva de dados quantitativos simples. O presente trabalho seguirá nossa pesquisa na literatura científica, na qual serão apresentados diversos aspectos que buscam discorrer sobre o tema. Segundo Sousa, Oliveira e Alves (2021),

A pesquisa científica é iniciada por meio da pesquisa bibliográfica, em que o pesquisador busca obras já publicadas relevantes para conhecer e analisar o tema problema da pesquisa a ser realizada. Ela nos auxilia desde o início, pois é feita com o intuito de identificar se já existe um trabalho científico sobre o assunto da pesquisa a ser realizada, colaborando na escolha do problema e de um método adequado, tudo isso é possível baseando-se nos trabalhos já publicados. A pesquisa bibliográfica é primordial na construção da pesquisa científica, uma vez que nos permite conhecer melhor o fenômeno em estudo. Os instrumentos que são utilizados na realização da pesquisa bibliográfica são: livros, artigos científicos, teses, dissertações, anuários, revistas, leis e outros tipos de fontes escritas que já foram publicados. (Sousa, Oliveira e Alves, 2021, p. 65 e 66).

A cidade de Feira de Santana está situada a 108 quilômetros da capital da Bahia, Salvador, na Região Nordeste do Brasil. Hoje exerce uma influência significativa em diversos setores no país, seja no aspecto econômico, político, cultural e na esfera educacional. É um importante ponto de conexão entre o interior do estado e a capital e do Norte e Nordeste, devido à sua localização estratégica às margens da BR-324, BR 116 e BR 101, que estão entre as rodovias mais importantes do país. Possui uma população significativa, com mais de 616 mil habitantes, é a segunda maior cidade do estado da Bahia em termos demográficos (IBGE, 2022). A Escola SESI José de Carvalho é uma das onze unidades de ensino da Rede SESI na Bahia

e possui grande relevância no desenvolvimento na área da educação, visando promover a formação do estudante para lidar com as diferentes problemáticas do mundo contemporâneo.

A natureza dessa pesquisa é descritiva e exploratória, será desenvolvida com turmas do 1º Ano do Ensino Médio nas aulas de Ciências Humanas/Geografia. Foram seis turmas que desenvolveram as atividades da Sequência Didática Um estudo sobre a Atmosfera dos planetas rochosos por meio de Gamificação. Foram realizados os jogos na plataforma Kahoot, a fim de verificar se conceitos básicos relacionados à Astronomia estavam consolidados quanto ao entendimento e compreensão sobre o Sistema Solar, os planetas telúricos e gasosos e as características destes, sendo um pressuposto para discutir as diferentes particularidades das atmosferas dos planetas rochosos Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.

Para a realização da atividade houve alguns contratempos no que diz respeito ao acesso às redes de internet. Alguns dos estudantes tiveram dificuldade em se conectar às diferentes redes de internet disponíveis na instituição. No dia da aplicação estavam disponíveis três delas, porém, devido a oscilação e ao número grande de estudantes que as utilizam, levamos um tempo maior para que todos pudessem ingressar na plataforma. Passado esse momento, iniciamos o jogo e foi possível verificar os conhecimentos prévios dos educandos.

Um questionário digital no Forms, sobre os planetas rochosos e suas características físicas, as atmosferas de Mercúrio, Vênus, Terra e Marte e as mudanças climáticas resultantes das ações antrópicas no planeta Terra para realizar o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. Foram apresentados trechos do documentário Poeira das Estrelas (uma série apresentada por Max Gehringer no Fantástico) e o trecho do filme Perdidos em Marte (2015), dirigido por Ridley Scott, para suscitar a curiosidade e compreensão acerca do tema.

Na sequência, foram organizadas as equipes em cada uma das seis turmas, para que os estudantes pudessem responder a um roteiro científico de perguntas sobre os planetas rochosos Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, no qual foi utilizado o Google Acadêmico para realizar as pesquisas bibliográficas em livros, artigos científicos e outras fontes confiáveis. Na etapa subsequente os estudantes elaboraram resumos baseados nas pesquisas anteriores sobre as atmosferas desses planetas e

avaliaram a partir de discussões o porquê apenas o planeta Terra possui vida como conhecemos e os outros planetas rochosos não.

Na etapa final construíram apresentações em slides com os dados coletados na pesquisa do roteiro conceitual e apresentaram oralmente para os colegas os resultados.

Este estudo trata-se de uma pesquisa qualitativa, que visa contribuir para o desenvolvimento do Letramento Científico de 171 estudantes, distribuídos em seis turmas do 1º Ano do Ensino Médio a partir da utilização da Sequência Didática (Tabela 7) visando possibilitar a aprendizagem sobre as Atmosferas dos planetas rochosos.

Tabela 7: Estrutura da Sequência Didática- Um estudo sobre a atmosfera de planetas rochosos (continua).

| ESCOLA SESI JOSÉ CARVALHO                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| ÁREA                                                                 | CIÊNCIAS HUMANAS/GEOGRAFIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                    |
| COORDENADORA                                                         | THAÍS CERQUEIRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                    |
| DOCENTE                                                              | GILVAN GOMES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                    |
| PERÍODO LETIVO                                                       | II CICLO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                    |
| SEQUÊNCIA DIDÁTICA: UM ESTUDO SOBRE A ATMOSFERA DE PLANETAS ROCHOSOS |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                    |
| Aula/Data                                                            | Competência                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Habilidades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Objeto do conhecimento                                     | Metodologia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Evidências de aprendizagem                                         |
| 20 a 24/05                                                           | <p>C1 - Compreender processos históricos, sociais e geográficos nos diversos aspectos da vida em sociedade.</p> <p>BNCC</p> <p>C1- Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir de procedimentos epistemológicos e científicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente com relação a esses processos e às possíveis relações entre eles</p> | <p>H1 –Compreender a formação do indivíduo reconhecendo seu contexto histórico, social e geográfico, bem como o seu papel no processo de formação de sociedades.</p> <p>(EM13CHS101).<br/>Analisar e comparar diferentes fontes e narrativas expressas em diversas linguagens, com vistas à compreensão e à crítica de ideias filosóficas e processos e eventos históricos, geográficos, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais.</p> <p>(EM13CHS103)<br/>Elaborar hipóteses, selecionar evidências e compor argumentos relativos a processos políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e epistemológicos, com base na sistematização de dados e informações de natureza qualitativa e quantitativa (expressões artísticas, textos filosóficos e sociológicos, documentos históricos, gráficos, mapas, tabelas etc.).</p> | Planetas rochosos do Sistema Solar: conhecendo os planetas | <p>Momento de discussão e exposição pelos estudantes sobre suas percepções e concepções sobre o surgimento do Universo, Sistema Solar e os planetas.</p> <p>Aplicação de jogo digital- Kahoot sobre os planetas rochosos.</p> <p>Realizar questionário no Forms- levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes.</p> <p>Aula dialogada- chuva de ideias sobre o Sistema Solar, o Sol e os planetas.</p> <p>Tempo previsto da aula: 100 min</p> | <p>Aplicação de formulário- Forms.</p> <p>Gamificação: Kahoot.</p> |

Tabela 7: Estrutura da Sequência Didática- Um estudo sobre a atmosfera de planetas rochosos (continua).

| Aula/Data  | Competência                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Habilidades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Objeto do conhecimento                                                                                       | Metodologia                                                                                                                                                                                                                    | Evidências de aprendizagem            |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 27 a 31/05 | <p>C1 - Compreender processos históricos, sociais e geográficos nos diversos aspectos da vida em sociedade.</p> <p>BNCC</p> <p>C1- Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir de procedimentos epistemológicos e científicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente com relação a esses processos e às possíveis relações entre eles</p> | <p>H1 – Compreender a formação do indivíduo reconhecendo seu contexto histórico, social e geográfico, bem como o seu papel no processo de formação de sociedades.</p> <p>(EM13CHS101). Analisar e comparar diferentes fontes e narrativas expressas em diversas linguagens, com vistas à compreensão e à crítica de ideias filosóficas e processos e eventos históricos, geográficos, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais.</p> <p>(EM13CHS103) Elaborar hipóteses, selecionar evidências e compor argumentos relativos a processos políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e epistemológicos, com base na sistematização de dados e informações de natureza qualitativa e quantitativa (expressões artísticas, textos filosóficos e sociológicos, documentos históricos, gráficos, mapas, tabelas etc.).</p> | <p>As atmosferas dos planetas rochosos Mercúrio, Vênus, Terra e Marte: : é possível viver fora da Terra?</p> | <p>Apresentação de audiovisual- Doc. Poeira das Estrelas é um trecho do filme Perdidos em Marte.</p> <p>Discutir e analisar em sala com chuva de ideias, curiosidades e indagações.</p> <p>Tempo previsto da aula: 100 min</p> | <p>Aula dialogada e participativa</p> |

Tabela 7: Estrutura da Sequência Didática- Um estudo sobre a atmosfera de planetas rochosos (continua).

| Aula/Data  | Competência                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Habilidades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Objeto do conhecimento                                                                                    | Metodologia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Evidências de aprendizagem                   |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 03 a 07/06 | <p>C1 - Compreender processos históricos, sociais e geográficos nos diversos aspectos da vida em sociedade.</p> <p>BNCC</p> <p>C1- Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em tempos, a partir de procedimentos epistemológicos e científicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente com relação a esses processos e às possíveis relações entre eles</p> | <p>H1 – Compreender a formação do indivíduo reconhecendo seu contexto histórico, social e geográfico, bem como o seu papel no processo de formação de sociedades.</p> <p>(EM13CHS101). Analisar e comparar diferentes fontes e narrativas expressas em diversas linguagens, com vistas à compreensão e à crítica de ideias filosóficas e processos e eventos históricos, geográficos, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais.</p> <p>(EM13CHS103) Elaborar hipóteses, selecionar evidências e compor argumentos relativos a processos políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e epistemológicos, com base na sistematização de dados e informações de natureza qualitativa e quantitativa (expressões artísticas, textos filosóficos e sociológicos, documentos históricos, gráficos, mapas, tabelas etc.).</p> | As atmosferas dos planetas rochosos Mercúrio, Vênus, Terra e Marte: desenvolvendo o letramento científico | <p>Organizar as equipes com 7 integrantes para que os respondam a um roteiro de perguntas sobre os planetas rochosos Vênus, Terra e Marte, através de pesquisas bibliográficas em sites, livros, artigos científicos e outras fontes confiáveis.</p> <p>Pesquisar sobre a atmosfera e sua relevância para o desenvolvimento da vida.</p> <p>Caracterizar as atmosferas de Vênus, Terra e Marte (composição).</p> <p>Tempo previsto da aula: 100 min</p> | Trabalho colaborativo-pesquisa bibliográfica |

Tabela 7: Estrutura da Sequência Didática- Um estudo sobre a atmosfera de planetas rochosos (conclusão).

| Aula/Data  | Competência                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Habilidades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | objeto do conhecimento                                                                                            | Metodologia                                                                                                                                                                                                                                                                  | Evidências de aprendizagem        |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 10 a 14/06 | <p>C1 - Compreender processos históricos, sociais e geográficos nos diversos aspectos da vida em sociedade.</p> <p>BNCC</p> <p>C3- Contextualizar, analisar e avaliar criticamente as relações das sociedades com a natureza e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de soluções que respeitem e promovam a consciência e a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.</p> | <p>H1 – Compreender a formação do indivíduo reconhecendo seu contexto histórico, social e geográfico, bem como o seu papel no processo de formação de sociedades.</p> <p>(EM13CHS305). Analisar e discutir o papel dos organismos nacionais de regulação, controle e fiscalização ambiental e dos acordos internacionais para a promoção e a garantia de práticas ambientais sustentáveis.</p> <p>(EM13CHS306) Contextualizar, comparar e avaliar os impactos de diferentes modelos econômicos no uso dos recursos naturais e na promoção da sustentabilidade econômica e socioambiental do planeta.</p> | As atmosferas dos planetas rochosos Mercúrio, Vênus, Terra e Marte: : trabalho colaborativo no roteiro científico | <p>Elaborar um roteiro científico baseado nas pesquisas sobre as atmosferas dos planetas rochosos do Sistema Solar.</p> <p>Construir análises baseadas nas mudanças da composição atmosférica terrestre e as mudanças climáticas.</p> <p>Tempo previsto da aula: 100 min</p> | Elaboração de roteiro científico. |
| Aula/Data  | Competência                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Habilidades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | objeto do conhecimento                                                                                            | Metodologia                                                                                                                                                                                                                                                                  | Evidências de aprendizagem        |
| 17 a 21/06 | <p>C1 - Compreender processos históricos, sociais e geográficos nos diversos aspectos da vida em sociedade.</p> <p>BNCC</p> <p>C3- Contextualizar, analisar e avaliar criticamente as</p>                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>H1 – Compreender a formação do indivíduo reconhecendo seu contexto histórico, social e geográfico, bem como o seu papel no processo de formação de sociedades.</p> <p>(EM13CHS305). Analisar e</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | As atmosferas dos planetas rochosos Mercúrio, Vênus, Terra e Marte: Socialização das descobertas                  | <p>Apresentação dos resultados em slide e de forma oral na sala de aula.</p> <p>Socialização dos dados coletados e trabalhados em grupos.</p>                                                                                                                                | Apresentação oral e discussão.    |

|  |                             |                                 |  |                                 |  |
|--|-----------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------|--|
|  | relações das sociedades com | discutir o papel dos organismos |  | Tempo previsto da aula: 100 min |  |
|--|-----------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------|--|

|  |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  | a natureza e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de soluções que respeitem e promovam a consciência e a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global. | <p>nacionais de regulação, controle e fiscalização ambiental e dos acordos internacionais para a promoção e a garantia de práticas ambientais sustentáveis</p> <p>(EM13CHS306)</p> <p>Contextualizar, comparar e avaliar os impactos de diferentes modelos econômicos no uso dos recursos naturais e na promoção da sustentabilidade econômica e socioambiental do planeta.</p> |  |  |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

Fonte: Do próprio autor.

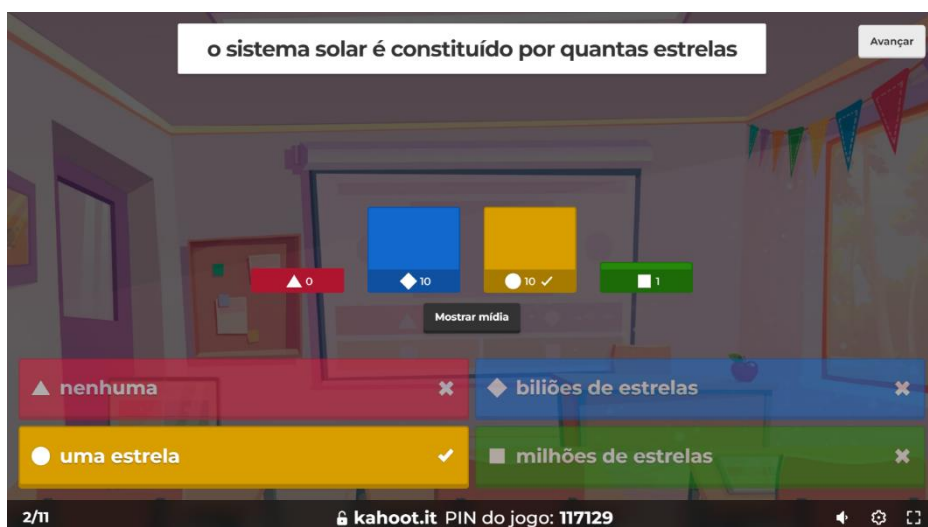
## 6 RESULTADOS E ANÁLISES

A sequência de atividades gerou dados que demonstram diferentes graus de compreensão e distintos estágios da aprendizagem dos estudantes. A seguir, estão descritos os resultados observados após a aplicação das etapas da sequência didática o game Kahoot foi um recurso importante para verificar o nível de conhecimento sobre conceitos básicos de Astronomia.

### 6.1 GAMIFICAÇÃO ATRAVÉS DO KAHOOT- O SISTEMA SOLAR E OS PLANETAS

A primeira pergunta (Figura 18) do jogo, partiu do que consideramos como um conhecimento básico, discutido desde as séries iniciais pelos professores do Ensino Fundamental I. Neste item o objetivo foi verificar se o estudante consegue distinguir o que é uma estrela e quais são as suas características, o porquê ela produz energia, os fatores físicos e químicos ligados à sua influência nos planetas e outros astros. Foi notório que na turma do 1º Ano A alguns alunos confundiram o nosso Sistema Solar com a nossa galáxia, ou seja, a Via Láctea, na qual encontramos bilhões de estrelas e sistemas semelhantes ao nosso.

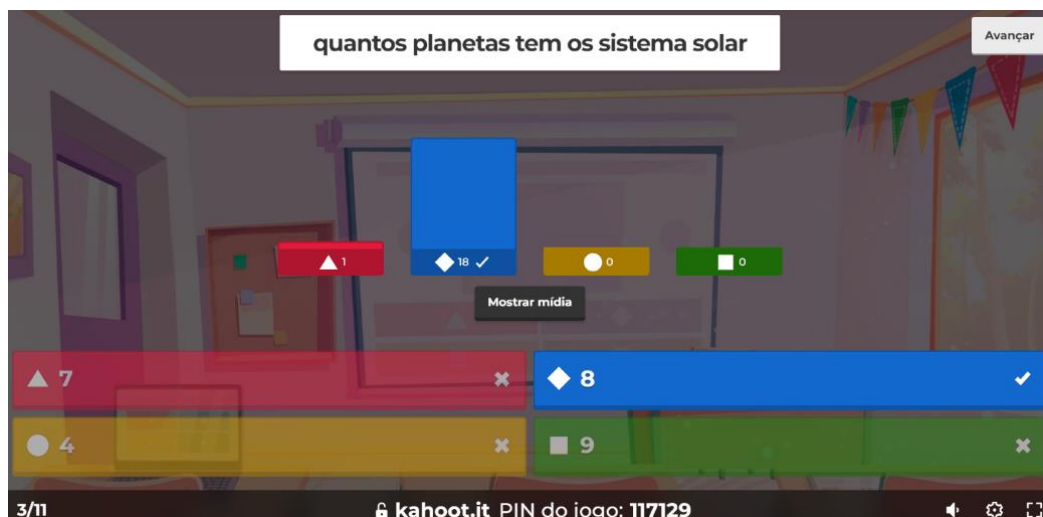
Figura 18: Levantamento dos conhecimentos prévios através da Gamificação-reconhecimento sobre o Sistema Solar



Fonte: Do próprio autor.

Outro item avaliado no jogo (Figura 19) diz respeito ao Sistema Solar e aos planetas que o compõem. Após o ano de 2006 a União Internacional Astronômica (IAU) classificou Plutão como planeta anão, passando a ser considerado apenas oito planetas. Alguns estudantes têm dúvidas quanto à quantidade de planetas que fazem parte do Sistema Solar, o que reforça a necessidade de mesmo nesta etapa formativa, retomar alguns debates e apresentar quais são os critérios relacionados à classificação dos mesmos.

Figura 19: Levantamento dos conhecimentos prévios através da Gamificação-estrutura do Sistema Solar.



Fonte: Do próprio autor.

Ainda sobre conceitos básicos, foi questionado sobre o que são planetas (Figura 20), e mesmo após todo o percurso formativo, alunos desta turma assinalaram alternativas com as seguintes afirmativas: “são objetos celestes muito frios” e “é um objeto que emite luz própria”. Tais condições foram sinalizadas durante a execução da etapa, com intuito de destacar quais equívocos estão atrelados a estas afirmações.

A emissão de luz própria é o que uma estrela realiza a partir da fusão nuclear, a exemplo do nosso Sol, que é composta de Hidrogênio (H) e Hélio (He), e no seu núcleo realiza a fusão de dois átomos de Hidrogênio (H) a elevadíssimas temperaturas, tal processo causa a produção de energia e calor. Os planetas como objetos que a partir das atmosferas retêm a radiação solar, armazenam o calor oriundo deste processo físico-químico.

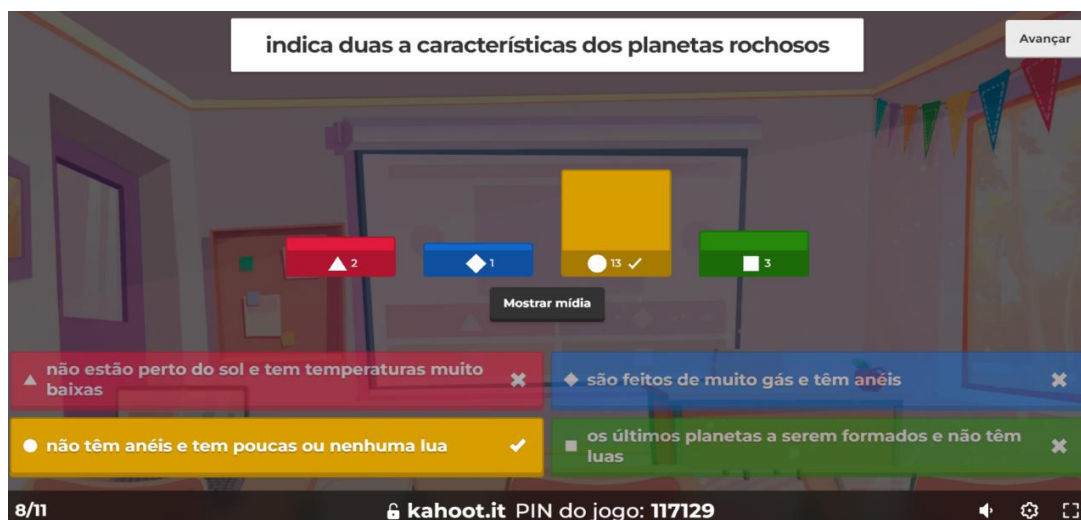
Figura 20: Levantamento dos conhecimentos prévios através da Gamificação- conceito de planeta.



Fonte: Do próprio autor.

A pergunta a seguir buscou averiguar se os estudantes conseguem compreender e diferenciar a estrutura e as características dos planetas rochosos. Dessa maneira, distinguir dos planetas gasosos do Sistema Solar, marcados pela presença de grande concentração de gases e a condição de não haver uma superfície sólida e a presença de muitas luas (Júpiter- 79; Saturno- 146; Urano- 27; e Netuno- 14, enquanto os planetas rochosos possuem um número limitado destes satélites naturais (Mercúrio e Vênus- nenhum; Terra- um (Lua); Marte: dois).

Figura 21: Levantamento dos conhecimentos prévios através da Gamificação- características dos planetas rochosos.



Fonte: Do próprio autor.

A pergunta a seguir visava verificar se os estudantes sabiam classificar os planetas rochosos do Sistema Solar (Figura 22). Na turma houve um resultado positivo quanto a identificação dos destes, na qual ao serem questionados o porquê assinalaram a alternativa acerca dessa condição, sinalizaram que não sabiam que a concentração destes planetas mais próximos a estrela estava relacionada às suas estruturas rochosas, portanto mais densas, enquanto os demais planetas foram formados pelo gás que escapou das zonas mais próximas ao Sol.

Figura 22: Levantamento dos conhecimentos prévios através da Gamificação- identificação dos planetas rochosos.



Fonte: Do próprio autor.

## 6.2 ANÁLISE DE DADOS APÓS A APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO

Foi aplicado um questionário através do Microsoft Forms sobre o Sistema Solar, os planetas e atmosfera terrestre, a fim de verificar quais conhecimentos sobre temas da Astronomia os estudantes já tinham consolidado e mediante a aplicação, mensurar através de dados o quanto conheciam o nosso sistema, o Sol, os planetas.

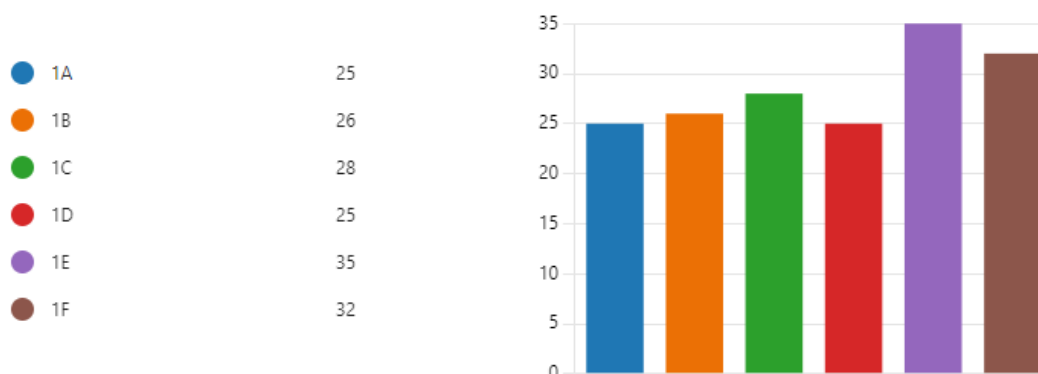
Este questionário foi aplicado nas seis turmas do 1º Ano do Ensino Médio na Escola Sesi José Carvalho, na cidade de Feira de Santana, totalizando uma amostra de 171 estudantes no período de 20 a 24 de maio de 2024, consonante com o plano de aula (Gráfico 1). A amostra está distribuída em seis turmas do turno matutino,

variando entre 25 e 35 alunos nas classes. O intuito deste questionário foi fazer um levantamento de conhecimentos prévios sobre temas da Astronomia básica e que, por conseguinte estão presentes no plano de curso e no material didático disponibilizado pela instituição, alinhados com os eixos temáticos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Gráfico 1: Quantitativo de alunos por turma.

1. TURMA (0 ponto)

[Mais Detalhes](#)



Fonte: Do próprio autor.

O item 2 (Gráfico 2) permitiu averiguar como os estudantes buscam compreender a formação do universo, das estrelas e dos planetas. Muitos possuíam concepções variadas devido aos diversos processos de formação, do âmbito familiar/religioso ao âmbito escolar/científico. Inúmeras questões geraram dúvidas quanto a veracidade de teorias aceitas no meio científico como o Big Bang, ou até mesmo chegaram a dizer que não existia a possibilidade de o universo ter surgido “de uma área do tamanho da cabeça de alfinete”.

Este tipo de comentário demonstra que o estudo de fenômenos de tal magnitude a partir da Astronomia ainda precisa serem trabalhos de forma mais clara nas aulas a partir de elementos de fácil compreensão, por isso a transposição didática através do apoio de filmes, documentários, observações, cálculos matemáticos, entre outros se tornam mecanismos pedagógicos para o letramento científico.

Um ponto que chamou a atenção foi o fato de que 87,7% dos estudantes conheciam e/ou acreditavam na Teoria do Big Bang como forma de explicar o

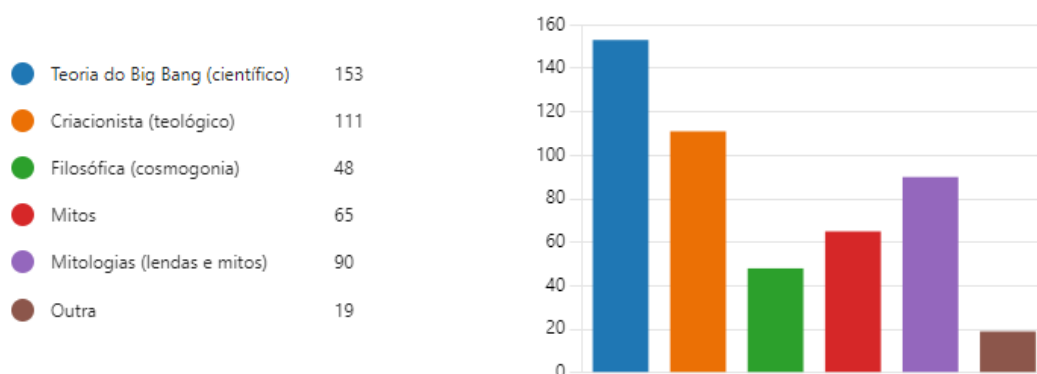
surgimento do universo e dos demais astros e galáxias (Tabela 8). Houve espaço para levar em consideração outras vertentes religiosas/históricas que tem sua relevância no processo de ensino-aprendizagem. Vale salientar que havia a possibilidade de escolher mais de uma forma de explicar o surgimento do Universo.

Gráfico 2: Teorias de formação do Universo.

2. Das maneiras de explicar a formação do Universo, das estrelas e dos planetas, qual teoria você conhece? (0 ponto)

**Obs.: Pode assinalar várias respostas.**

[Mais Detalhes](#)



Fonte: Do próprio autor.

Tabela 8- Formas de explicar o surgimento do Universo na visão dos estudantes.

| Forma de explicar o surgimento do Universo | Nº de estudantes | Percentual (%) |
|--------------------------------------------|------------------|----------------|
| Teoria do Big Bang (científico)            | 153              | 87,7%          |
| Criacionista (teológico)                   | 111              | 64,9%          |
| Filosófica (cosmogonia)                    | 48               | 28,1%          |
| Mitos                                      | 65               | 38%            |
| Mitologias (lendas e mitos)                | 90               | 52,6%          |
| Outra                                      | 19               | 11,1%          |

Fonte: Do próprio autor.

No item 3 (Gráfico 3) foi solicitado que os estudantes escolhessem a opção que apresenta o nome da nossa galáxia. Dos respondentes cerca de 90% sabem que nossa galáxia é a Via Láctea, sendo a mesma composta por inúmeras estrelas e sistemas semelhantes ao nosso Sistema Solar. Um aspecto que chamou a atenção foi que cerca de 8,8% (15 alunos) confundiam o conceito de galáxia e o Sistema Solar.

Essa compreensão perpassa pela dificuldade do estudante de construir um repertório científico capaz de trabalhar o grau de abstração quando nos referimos às dimensões muito grandes como a unidade astronômica (150 milhões de quilômetros) ou um ano/luz (9,5 trilhões de quilômetros), fato que na Astronomia se torna muito importante para se referir a tamanhos e distâncias, ou seja, eles imaginam que o Sistema Solar é tão grande que pode se configurar como uma galáxia.

Gráfico 3: Nome da nossa galáxia.

3. Qual é o nome da Galáxia que nosso planeta faz parte? (0 ponto)

90% dos respondentes (154 de 171) responderam essa pergunta corretamente.

[Mais Detalhes](#)

 Insights

|                                                                                     |               |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|
|    | Sistema Solar | 15    |
|   | Via Láctea    | 154 ✓ |
|  | Andromeda     | 0     |
|  | M81           | 2     |



Fonte: Do próprio autor.

No item 4 (Quadro 1), foi solicitado para os estudantes escreverem na ordem correta quais são os planetas que compõem o Sistema Solar, com intuito de verificar sobre a capacidade de organizar a sequência e as características dos astros quanto à composição, densidade, tamanho, entre outros atributos. Ficou constatado que a grande consegue lembrar o nome dos planetas, porém, em alguns casos confundem a ordem e até mesmo na escrita aparecem nomes com a grafia errada.

Quadro 1: Lista dos planetas do Sistema Solar a partir do Sol segundo os estudantes.

4. Quais são os planetas que compõe o Sistema Solar?

171 Respostas

| ID ↑ | Nome      | Respostas                                                       |
|------|-----------|-----------------------------------------------------------------|
| 1    | anonymous | Mercúrio,Vênus,Terra,Marte,Júpiter,Saturno,Urano,Netuno         |
| 2    | anonymous | Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, júpiter, Saturno, netuno e urano |
| 3    | anonymous | Vênus,Saturno,terra,Marte,Júpiter,Netuno,                       |
| 4    | anonymous | Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno. |
| 5    | anonymous | Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno  |
| 6    | anonymous | Saturno, Noturno, Marte, Terra, Urano, Venus, Jupiter.          |
| 7    | anonymous | Marte, Terra, Vênus, Júpiter, Mercúrio, Saturno, Urano, Netuno  |
| 8    | anonymous | Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno |

Fonte: Do próprio autor.

Quadro 2: Planetas do Sistema Solar.



Fonte: Do próprio autor.

Ainda sobre essa pergunta, na nuvem de palavras demonstra de maneira evidente uma série de respostas equivocadas, aparecendo nomes que não se referem aos planetas do Sistema Solar, como por exemplo “Noturno” (dois estudantes- 1%) quando queriam dizer Netuno; “urânio” (cinco estudantes- 3%), quando queriam dizer Urano, confundiu com o elemento químico e até mesmo o caso de Plutão (cinco estudantes- 3%) que ainda afirmaram que o mesmo é considerado um planeta e não como uma categoria de planeta anão. Ao passo que verificamos tais inferências,

torna-se salutar trabalhar o letramento científico nas aulas para fornecer subsídios para os estudantes superarem dificuldades conceituais.

No item 5 (Gráfico 4), a pergunta buscou verificar se os estudantes conseguiam distinguir os planetas telúricos (rochosos) dos planetas gasosos. Cerca de 138 estudantes (80,7%) identificaram corretamente que Mercúrio, Vênus, Terra e Marte são planetas rochosos e são os mais próximos do Sol. O que pode ser destacado nas respostas é que todas as alternativas foram assinaladas, demonstrando uma confusão sobre a composição da superfície dos planetas. A capacidade de identificar que os planetas rochosos por serem mais densos permanecem mais próximos da estrela, enquanto o gás por ser mais leve foi “expulso” para regiões mais afastadas, sendo este processo concomitante com a formação do Sistema Solar há quase 4,5 bilhões de anos.

Gráfico 4: Planetas rochosos do Sistema Solar.

5. Quais são os planetas rochosos do Sistema Solar? (0 ponto)

81% dos respondentes (138 de 171) responderam essa pergunta corretamente.

[Mais Detalhes](#)

 Insights

- Mercúrio, Terra, Vênus e Júpiter. 7
- Mercúrio, Vênus, Marte e Saturno. 7
- Mercúrio, Marte, Urano e Júpiter. 7
- Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. 138 ✓
- Mercúrio, Terra, Marte e Júpiter. 12



Fonte: Do próprio autor.

Neste item 6 (Quadro 3), buscou-se verificar se os estudantes compreendem os fatores que possibilitaram o desenvolvimento de vida na Terra e o fato de que a vida inteligente como conhecemos só é possível aqui. Há uma variação muito grande nas respostas, desde “não sei” a explicações mais voltadas para o que a ciência já comprovou através de estudos da Astronomia, Física, Matemática e Química contribuíram para mostrar os avanços científicos. Muitos citaram a ocorrência de água nos três estados, o fato da Terra estar na zona habitável, o equilíbrio climático, a atmosfera terrestre ser estável, entre outros aspectos.

Quadro 3: Concepção dos estudantes sobre o desenvolvimento da vida na Terra.

6. NOS PERGUNTAMOS SOBRE QUAL É A EXPLICAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA VIDA NO PLANETA TERRA. EXPLIQUE O POR QUÊ A TERRA É O ÚNICO PLANETA QUE ATÉ O PRESENTE MOMENTO EXISTE VIDA INTELIGENTE.

|   |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | anonymous | Por conta do Big Bang.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2 | anonymous | Por ter atmosfera que favorece a vida, água potável em abundância e está em perfeito lugar em relação ao sol                                                                                                                                                                                              |
| 3 | anonymous | Porque é o único planeta que possui uma camada atmosférica com gases e recursos necessários para nossa sobrevivência                                                                                                                                                                                      |
| 4 | anonymous | ter recursos de vida e a posição para o sol e tem a gravidade                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5 | anonymous | proximidade adequada ao Sol, água, florestas, e de gases.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6 | anonymous | O planeta Terra é habitável pela presença de água, florestas, e está “localizado” em uma distância que pode ser habitada em relação ao Sol, que é a estrela principal do sistema solar.                                                                                                                   |
| 7 | anonymous | Por conta da sua atmosfera.                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 8 | anonymous | Pois a terra é o único planeta que possui as 122 variáveis pra existência de vida, por exemplo Água em abundância e em estado líquido, está na zona habitável de sua estrela, possui vulcões e placas tectônicas, tem Hidrogênio e oxigênio em abundância, possui uma atmosfera e uma eletrosfera, etc... |
| 9 | anonymous | Pois está localizado na zona habitável.                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|    |           |                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | anonymous | Pois a terra teve condições certas para que isso acontecesse incluindo a atmosfera e o quão longe ela está do sol, situações diversas fizeram a terra ser um planeta habitável      |
| 11 | anonymous | proximidade adequada ao Sol, presença de água, florestas, e de gases essenciais, entre outros.                                                                                      |
| 12 | anonymous | Pois aqui tem condições para a vida como a presença de água, oxigênio, gravidade, etc.                                                                                              |
| 13 | anonymous | Não sei                                                                                                                                                                             |
| 14 | anonymous | pela boa atmosfera que o planeta possui                                                                                                                                             |
| 15 | anonymous | não sei                                                                                                                                                                             |
| 16 | anonymous | Pois ele está na área habitável                                                                                                                                                     |
| 17 | anonymous | Por causa da atmosfera                                                                                                                                                              |
| 18 | anonymous | Pois é o único planeta presente na zona habitável do Sistema Solar e, ainda, não se sabe se existe vida fora desse sistema.                                                         |
| 19 | anonymous | Pois existem vários fatores que torna capaz a vida como a atmosfera, água, oxigênio e etc.                                                                                          |
| 20 | anonymous | Pois ele tem todos os fatores que um ser humano precisa                                                                                                                             |
| 21 | anonymous | Além da temperatura, temos a gravidade que se fosse um pouco menor ou um pouco maior provavelmente também seria inabitável                                                          |
| 22 | anonymous | Não se sabe exatamente se a terra é o único planeta que existe vida inteligente, mas por meio da ciência, há vida inteligente por meio da evolução, pelo processo que a Terra teve. |

|    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 23 | anonymous | Pois a terra está na zona habitável do sistema solar, onde a temperatura é ideal para haver vida.                                                                                                                                                                                                         |
| 24 | anonymous | Pois a terra tem o privilégio de água, oxigênio, entre outros fatores naturais que permite                                                                                                                                                                                                                |
| 25 | anonymous | A Terra é o único planeta com vida catalogada por conta de uma série de uma série de ocorridos que fizeram com que as condições e os seres se adaptarem para que assim o planeta se tornasse habitável                                                                                                    |
| 26 | anonymous | por conta da aproximadamente do sol e presença da água                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 27 | anonymous | O planeta terra é habitável devido sua posição perfeitamente calculada, pois se a terra fosse um pouco mais distante ou próxima do sol seria impossível de ter vida na terra devido às temperaturas extremas.                                                                                             |
| 28 | anonymous | Porque na terra existe um solo onde há vida, por exemplo quando é plantada uma semente uma planta, árvore, flores podem nascer, é um solo reprodutor e além disso não temos água.                                                                                                                         |
| 29 | anonymous | Até onde se sabe, a Terra é o único planeta do Sistema Solar com condições ideais para o desenvolvimento de vida, desde micro-organismos aos seres humanos; e isso se deve a uma série de razões, como uma proximidade adequada ao Sol, presença de água, florestas, e de gases essenciais, entre outros. |
| 30 | anonymous | Pois está na zona habitável e possui água                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 31 | anonymous | É o planeta que fornece sobrevivência para os seres humanos, assim como um clima equilibrado, água favorável e condições aceitáveis para o ser humano.                                                                                                                                                    |
| 32 | anonymous | Por conta que foi o único que tem vida, então conseguiu se desenvolver                                                                                                                                                                                                                                    |

Fonte: Do próprio autor.

No item 7, buscou-se verificar se os estudantes compreendiam que a atmosfera terrestre é crucial para o desenvolvimento da vida e dessa forma relacionar a composição química aos processos naturais.

Dentro do processo de aprendizagem o estudante precisa avançar em diferentes graus de autonomia, seja para tomar decisões pessoais e coletivas, como para desenvolver competências e habilidades para a sua formação crítica e analítica. A Taxonomia de Bloom possibilita verificar essas etapas de formas mais claras, perpassando pela memorização, compreensão, aplicação, análise, avaliação e chegando ao nível de criação. Nesta perspectiva, o item 7 (Gráfico 5) buscou verificar se eles conseguiriam avaliar características da atmosfera acerca de sua função de armazenar o calor necessário para a manutenção do equilíbrio térmico na Terra, garantido que os processos naturais ocorram.

Apesar de 157 estudantes (92% da amostra), 14 deles (8%) ainda demonstraram que a afirmação era falsa ou não sabiam sobre esse fenômeno natural. Logo, a relação das temperaturas mais amenas comuns na Terra que torna o ambiente propício para o desenvolvimento dos processos biológicos está condicionada à capacidade de retenção do calor proveniente da radiação solar, no qual a atmosfera possui capacidade de segurar parte desse calor, devolvendo outra parte através da reflexão.

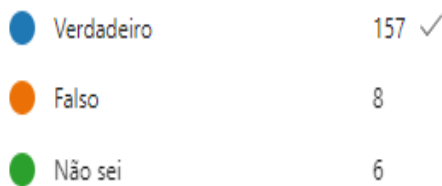
Gráfico 5: Função da atmosfera terrestre.

7. Avalie a afirmativa:

(0 ponto)

A atmosfera terrestre permite reter calor a partir do efeito estufa.

92% dos respondentes (157 de 171) responderam essa pergunta corretamente.

[Mais Detalhes](#) Insights

Fonte: Do próprio autor.

No item 8 (Gráfico 6) é possível verificar se os estudantes conheciam sobre a composição química da atmosfera terrestre. Neste contexto, o que ficou evidente foi que parte acredita que o Oxigênio ( $O_2$ ) é o principal gás disponível na atmosfera, por se tratar de ser o gás que respiramos, foi a justificativa de muitos quando foram questionados. É importante salientar que ao passo que os diálogos foram acontecendo nas aulas, os estudantes tinham a concepção de que a atual composição e condição da atmosfera foi sempre desta forma, permitindo que os seres vivos que realizam essas trocas gasosas se desenvolvem, porém, este foi um momento oportuno para trazer reflexões baseadas na ciência sobre a evolução progressiva desses gases na atmosfera, dando destaque para o período primitivo da mesma, com condições extremas e difíceis para os organismos aeróbicos se adaptarem.

Gráfico 6: Gás mais abundante da atmosfera terrestre.

8. Qual é o gás mais abundante na atmosfera terrestre em volume? (0 ponto)

52% dos respondentes (89 de 170) responderam essa pergunta corretamente.

[Mais Detalhes](#)

 Insights

|                                                            |      |
|------------------------------------------------------------|------|
| <span style="color: blue;">●</span> a) Oxigênio            | 50   |
| <span style="color: orange;">●</span> b) Nitrogênio        | 89 ✓ |
| <span style="color: green;">●</span> c) Dióxido de carbono | 13   |
| <span style="color: red;">●</span> d) Argônio              | 1    |
| <span style="color: purple;">●</span> e) Hidrogênio        | 17   |



Fonte: Do próprio autor.

O Sol emite radiação com diferentes comprimentos de ondas eletromagnéticas, que vão da radiação ultravioleta ao infravermelho, dessa forma, parte dessa radiação é bloqueada pela atmosfera, graças a um escudo de proteção formado pela camada de ozônio, situada numa altitude que varia de 15 a 35 km, a depender da latitude (Cirino e Souza, 2008). Na pergunta abaixo, foi solicitado que os estudantes marcassem qual é o gás que protege a Terra da radiação ultravioleta, que se apresenta como nociva aos seres humanos e aos vegetais, 128 estudantes (75%) assinalaram corretamente a alternativa correta, o Ozônio ( $O_3$ ), porém, 43 deles (25%) optaram por outros gases que não têm relação direta com essa função (Gráfico 7).

Gráfico 7: Gás que retém a radiação ultravioleta na Terra.

9. Qual é o gás que desempenha um papel crucial na proteção da vida na Terra ao absorver a maior parte da radiação ultravioleta do Sol? (0 ponto)

75% dos respondentes (128 de 171) responderam essa pergunta corretamente.

[Mais Detalhes](#)

 Insights

|                                                           |       |
|-----------------------------------------------------------|-------|
| <span style="color: blue;">●</span> a) Dióxido de carbono | 16    |
| <span style="color: orange;">●</span> b) Metano           | 7     |
| <span style="color: green;">●</span> c) Ozônio            | 128 ✓ |
| <span style="color: red;">●</span> d) Hidrogênio          | 18    |
| <span style="color: purple;">●</span> e) Óxido nitroso    | 2     |



Fonte: Do próprio autor.

Nos estudos sobre os planetas rochosos do Sistema Solar é válido destacar que alguns termos científicos ainda não foram apropriados pelos estudantes. No item abaixo, o termo “telúrico” para grande parte deles gerou dúvidas, não sabendo associar aos planetas rochosos. O termo telúrico segundo o dicionário Michaelis, é um adjetivo que é “Relativo à Terra ou ao solo”, sendo a parte da superfície dos planetas mais próximos do Sol, com este aspecto físico.

Neste contexto, o item buscou verificar qual dos planetas rochosos possui uma atmosfera rica em dióxido de carbono e apresenta também vestígio de água, cerca de 115 estudantes (67,3%) assinalaram corretamente o planeta Marte. Estes dados evidenciam uma concepção mais científica sobre atributos do planeta vermelho. Um ponto que chamou a atenção foi que cerca de aproximadamente 32,7% (56 estudantes) assinalaram planetas como Terra (13,4%), Vênus (8,2%), Mercúrio (4,7%) e Júpiter (6,4%), que é um planeta gasoso foi escolhido.

Gráfico 8: Características do planeta rochoso Marte.

10. Qual é o planeta telúrico conhecido por ter uma atmosfera rica em dióxido de carbono e vestígios de água? (0 ponto)

67% dos respondentes (115 de 171) responderam essa pergunta corretamente.

[Mais Detalhes](#)

 Insights

|                                                                                     |             |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|
|  | a) Terra    | 23    |
|  | b) Vênus    | 14    |
|  | c) Marte    | 115 ✓ |
|  | d) Mercúrio | 8     |
|  | e) Júpiter  | 11    |



Fonte: Do próprio autor.

O planeta Vênus é o segundo planeta do Sistema Solar e pode ser considerado irmão gêmeo da Terra, sendo assim, possui características físicas muito similares como o tamanho e a densidade, por exemplo. Na pergunta abaixo, foi solicitado que assinalaram a alternativa que apresentasse a característica mais peculiar deste astro, sendo que 63,7% (109 estudantes) marcaram a alternativa correta, tal característica corresponde a uma atmosfera extremamente densa

causando um efeito estufa descomunal, o fazendo como o planeta mais quente do Sistema Solar. Os demais 36,3% (62 estudantes) marcaram as alternativas que versavam sobre características de outros planetas.

Gráfico 9: Características do planeta Vênus.

11. Qual é a característica mais distintiva de Vênus? (0 ponto)

64% dos respondentes (109 de 171) responderam essa pergunta corretamente.

[Mais Detalhes](#)

 Insights

- a) Possui anéis visíveis. 8
- b) Possui a atmosfera mais dens... 109 ✓
- c) É o planeta mais frio do siste... 17
- d) Tem uma rotação extremame... 20
- e) Tem a maior quantidade de l... 17



Fonte: Do próprio autor.

Um dos aspectos que norteiam essa pesquisa é discutir a partir da compreensão sobre como a atmosfera contribui para as mudanças climáticas e a alteração dos seus atributos físicos fazem com que alterações importantes ocorram no planeta Terra, porém, dentro do espectro da ciência, vários alertas foram feitos pelos cientistas e ambientalistas com maior ênfase nos anos 1960 sobre a participação humana no aumento médio da temperatura da Terra. A pergunta 12 buscou verificar se os estudantes compreendem se há uma participação direta dos humanos nas mudanças climáticas, sendo que 98% (164 estudantes) afirmam que nós temos parcela significativa de contribuição neste processo, mas, mesmo com tantas informações e até mesmo situações discutidas nas aulas 7 estudantes (2%) ainda têm algum tipo de dúvida em relação aos fenômenos citados.

Gráfico 10: Percepção dos estudantes sobre as mudanças climáticas.

12. As mudanças climáticas são potencializadas pela ação humana. (0 ponto)

96% dos respondentes (164 de 171) responderam essa pergunta corretamente.

[Mais Detalhes](#)



Fonte: Do próprio autor.

### 6.3 FILMES E DOCUMENTÁRIOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE ASTRONOMIA E GEOGRAFIA

O uso de filmes no processo de ensino-aprendizagem nas escolas podem ser uma ferramenta poderosa para desenvolver uma leitura crítica e analítica da sociedade e do mundo em múltiplos contextos. Através de obras cinematográficas, os estudantes têm a oportunidade de explorar temas complexos, entender contextos históricos e sociais e refletir sobre questões éticas e culturais de maneira dinâmica e envolvente. Champoux (1999, p. 72), salienta que "o uso de materiais audiovisuais em sala de aula ativa tanto o processamento visual quanto o auditivo, aumentando a retenção de informação em até 50% comparado a métodos tradicionais", neste sentido adicionar esse recurso para tratar de conceitos e percepções mãos aprofundadas sobre outros mundos se torna crucial.

Dentre as diversas possibilidades para o processo de aprendizagem é possível destacar que os filmes apresentam histórias que abordam contexto sociais, políticos, econômicos, culturais, sendo um meio de estabelecer relações conceituais, capazes de atrelar sentido, conexões e reflexões sobre o objeto do conhecimento em discussão, que permeiam o lúdico e a construção do conhecimento. Estes eventos são ótimos momentos de interação para desenvolver a curiosidade como impulso para

compreender, analisar, questionar, avaliar situações, por exemplo. Piassi e Pietrocola (2006, p.7) discorre que,

O uso de filmes de ficção científica em sala de aula também pode se prestar à abordagem de questões metodológicas da ciência. Por suas próprias características, os filmes de ficção científica valem-se de elementos diretamente vinculados a questões epistemológicas e filosóficas. O aspecto histórico da ciência, que também integra o nível histórico-metodológico dos conhecimentos sistematizados, talvez seja mais dificilmente passível de ser abordado através da ficção científica, embora alguns trabalhos tenham sido realizados nessa direção (Neves, 2000). Podemos verificar que os filmes de ficção científica possuem um potencial bastante diversificado em relação a suas possibilidades didáticas e, principalmente, que permitem a abordagem de conhecimentos sistematizados não apenas no plano conceitual-fenomenológico, mas também no âmbito das questões metodológicas da ciência e de suas implicações sociais. Piassi e Pietrocola (2006, p.7).

Através de filmes e documentários podemos contextualizar diferentes processos de comportamento e desenvolvimento de uma sociedade real ou fictícia, contemporânea ou pretérita, com ênfase na capacidade de estabelecer comparações e identificar padrões e/ou divergências, permitindo um aprofundamento cognitivo e, portanto, um repertório sociocultural capaz de transpor o senso comum, abrindo espaço para o letramento científico.

É notório que a depender da temática a abordagem a partir de filmes e documentários pode ou não ser bem aceita no contexto da sala de aula, isso envolve o tipo de trama, os personagens, o enredo, o tempo no qual se passa a história, entre outros aspectos. O que enriquece essa troca são as diferentes formas de explorar uma problemática que puxa a reflexão a partir do objetivo proposto no plano de aula, assim sendo, é salutar que os docentes possam inserir como etapa importante no planejamento momentos que tragam essas vivências no cotidiano escolar. Nas aulas de Geografia essa metodologia compreende uma etapa muito esperada pelos estudantes, porque nos momentos de aula e nas discussões podemos referenciar diversos aspectos que estão correlatos aos conteúdos estabelecidos no plano de curso do componente curricular. De acordo com Rocha, Montovani e Costa (2018, p. 52) "o cinema não apenas reproduz o espaço, mas o resinifica, criando geografias imaginadas que dialogam com realidades territoriais concretas", com isso a utilização do cinema nas aulas de Geografia pode ser um recurso valioso, que auxilia

os alunos no desenvolvimento de habilidades, incluindo a capacidade crítica e sociocultural.

Dessa forma, o cinema pode facilitar a compreensão de culturas exóticas e locais distantes, assim como da sociedade e dos costumes locais que os alunos vivenciam. Isso ocorre porque muitos filmes se baseiam na realidade para criar suas histórias de ficção. Contudo, um grande erro seria aceitar essas representações cinematográficas sem questionar e analisar criticamente.

Para destacar a relevância desse processo metodológico no desenvolvimento da autonomia cognitiva, é fundamental considerar a motivação e o engajamento dos estudantes. No contexto atual de um mundo globalizado, marcado pela forte influência das redes sociais em diversos aspectos da vida, é comum observar que adolescentes na faixa etária de 14 a 16 anos apresentam maior dispersão e desconexão com o mundo material, muitas vezes mostrando-se alheios às responsabilidades inerentes à sua prática estudantil. Diante desse cenário, a utilização de obras cinematográficas surge como uma estratégia pedagógica eficaz para promover o interesse e a participação ativa dos alunos, direcionando-os à construção dos saberes previstos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) e alinhados ao letramento científico. Essa abordagem não só facilita a assimilação dos conteúdos, mas também estimula a reflexão crítica e a conexão entre o conhecimento científico e o cotidiano.

Nesta perspectiva como forma de contribuir para a formação dos estudantes das turmas do 1º Ano, foi apresentado um trecho do documentário *Poeira das Estrelas*, da revista eletrônica dominical *Fantástico*, da Rede Globo de Televisão, exibido no ano de 2006, apresentado pelo repórter Max Gehringer, que destacou uma série de formas de explicar o surgimento do universo, as estrelas, os planetas e demais astros a partir de múltiplos vieses, desde a Cosmogonia, passando pelos mitos, até aos preceitos científicos que foram evoluindo com o tempo. Também foi exposto um trecho do filme *Perdido em Marte* (Figura 23), que retrata uma missão espacial da NASA em Marte e como uma série de eventos climáticos no planeta desencadearam um conjunto de problemas que obrigaram a missão ser suspensa e um dos astronautas ter sido deixado para trás.

Figura 23: Perdido em Marte. Direção: Ridley Scott. Estados Unidos. Century Fox 2015.



Fonte: Wikipédia (2015).

O filme foi parte crucial no desenvolvimento dessas competências e habilidades no que diz respeito ao questionamento acerca das condições naturais do Planeta Vermelho (Marte), quanto a sua superfície e principalmente a sua atmosfera. Nesta oportunidade muitos estudantes começaram a refletir e partilhar sobre os fatores que explicam essas diferenças naturais quanto aos aspectos físicos, químicos e biológicos em relação a outros planetas, principalmente aos planetas rochosos.

A curiosidade relacionada a compreender como o personagem principal da trama conseguiu produzir alimentos em outro planeta suscitou questões atreladas à capacidade de colonizar ou desenvolver processos biológicos em ambiente extraterrestre, e quais princípios científicos estavam atrelados à condição de lidar com o ambiente hostil de Marte.

No filme, torna-se evidente que a exploração de planetas relativamente próximos à Terra, como Marte, ainda representa um desafio de grande interesse científico, mas que envolve significativas dificuldades. Esses obstáculos abrangem diversas esferas, desde a viabilidade técnica e financeira até o desenvolvimento de instrumentos capazes de viabilizar a logística necessária para tais missões. Para a ciência, é fundamental testar, medir, observar, avaliar e compreender o

comportamento de elementos naturais presentes nesses planetas, analisando desde suas superfícies até suas condições atmosféricas e outros fenômenos relacionados.

Após a exibição do filme, foi proposto aos estudantes que refletissem sobre o seguinte questionamento: Por que é difícil que a vida como conhecemos se desenvolva em Marte de acordo com o filme? A partir dessa atividade, foram extraídas reflexões relevantes, que serão apresentadas no Quadro 4. Essa abordagem não apenas estimula o pensamento crítico, mas também promove a conexão entre o conteúdo audiovisual e os conceitos científicos discutidos em sala de aula.

Quadro 4: Respostas dos estudantes com base no filme Perdido em Marte.

| <b>ALUNO</b> | <b>PERGUNTA: Por que é difícil que a vida como conhecemos se desenvolva em Marte de acordo com o filme?</b>                                                                                | <b>Análise a partir dos aspectos científicos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aluno 1      | “Por conta das condições de vida, que não são adequadas para nós seres humanos”.                                                                                                           | Marte tem uma atmosfera extremamente fina (1% da pressão terrestre), composta principalmente por CO <sub>2</sub> , com quase nenhum oxigênio. A temperatura média é de -60°C, e a radiação solar é intensa devido à falta de um campo magnético global. Esses fatores tornam o ambiente inóspito para humanos sem tecnologia avançada. |
| Aluno 2      | “Os recursos de sobrevivência em Marte são extremamente escassos o que torna a vida lá completamente difícil em comparação com a Terra que os recursos são mais acessíveis e abrangentes”. | Marte carece de água líquida estável, solo fértil e fontes de alimento. A atmosfera não permite respiração sem equipamentos, e a energia solar é menos eficiente devido à distância do Sol. A Terra, por outro lado, tem ciclos biogeoquímicos estáveis que sustentam a vida.                                                          |
| Aluno 3      | “Porque ainda não é possível viver em outros planetas além do planeta Terra”.                                                                                                              | A “região onde é possível viver” no Sistema Solar (onde a água em estado líquido pode estar presente) abrange apenas a Terra e, em parte, Marte. Do ponto de vista tecnológico, ainda não conseguimos desenvolver ecossistemas que se sustentem sozinhos em condições tão adversas.                                                    |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aluno 4  | “Porque Marte não possui as condições necessárias para sobrevivência, um exemplo disso é o oxigênio já que em Marte o mesmo é inexistente e também pelo alto índice de radiação”.                                                                                                 | A atmosfera marciana tem apenas 0,1% de O <sub>2</sub> . Sem um campo magnético global, a superfície é bombardeada por radiação cósmica e UV, que danificam células e tornam a vida exposta impossível.                   |
| Aluno 5  | “Em alguns planetas a temperatura muito elevada, Marte é um planeta que não tem um campo magnético significativo tendo uma atmosfera muito fina, que impossibilita qualquer vida, tornando o planeta com uma falta grande de gases e sem possibilidade de defesa contra o calor”. | O núcleo de Marte é inativo, logo, não gera campo magnético. Sem essa proteção, ventos solares desgastaram sua atmosfera ao longo de bilhões de anos, deixando-a rarefeita e incapaz de reter calor ou bloquear radiação. |
| Aluno 6  | “Porque as condições de vida não são adequadas para a sobrevivência e os recursos são extremamente escassos”.                                                                                                                                                                     | Combinação de fatores: pressão atmosférica baixa, temperaturas extremas, solo pobre em nutrientes e ausência de água líquida estável. A fotossíntese seria inviável sem intervenção humana.                               |
| Aluno 7  | “Por conta da atmosfera tóxica e falta de recursos para sobrevivência humana”.                                                                                                                                                                                                    | A atmosfera é 95% CO <sub>2</sub> , tóxico para humanos em concentrações acima de 1%. Além disso, a baixa pressão causa ebulição instantânea de fluidos corporais em exposição direta.                                    |
| Aluno 8  | “Pois, as condições de vida não são adequadas para nossa sobrevivência”.                                                                                                                                                                                                          | Condição similar ao tópico apresentado pelo Aluno 1. Inclui também a ausência de uma biosfera estabelecida para reciclar nutrientes e sustentar cadeias alimentares.                                                      |
| Aluno 9  | “O planeta Marte não contribui para a existência da vida humana pois a atmosfera é muito fina e praticamente sem oxigênio. Por isso, tais fatores não favorecem o surgimento da vida, visto que, as condições são adversas a da Terra”.                                           | A atmosfera de Marte tem apenas 0,6% da pressão terrestre. O pouco oxigênio presente é resultado da fotólise do CO <sub>2</sub> , mas é insuficiente para respiração.                                                     |
| Aluno 10 | “É considerado difícil viver no planeta Marte pois as suas condições são diferentes das da Terra, apesar de ter alguns aspectos em comum                                                                                                                                          | Marte tem variações térmicas extremas (-73°C a 20°C), solo rico em percloratos (tóxicos) e radiação 50 vezes maior que na Terra devido à falta de ozônio.                                                                 |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | com a Terra sua temperatura elevada, escassez de recursos naturais básicos para sobrevivência, falta de gás oxigênio, uma atmosfera considerada fina, a falta de um campo magnético e seu nível de radiação elevado tornam a colonização de Marte uma tarefa árdua e ainda bem distante de ser concluída”.                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                     |
| Aluno 11 | “Porque a atmosfera é extremamente fina e o que torna o planeta pobre em gases, calor e praticamente indefeso contra ventos solares e raios cósmicos que vêm do espaço”.                                                                                                                                                                                                                                          | Sem campo magnético, partículas solares ionizantes destroem moléculas atmosféricas, impedindo a formação de uma camada protetora espessa.                                                                                           |
| Aluno 12 | “Marte contém muita radiação e torna difícil até a sobrevivência dos micróbios terrestres mais resistentes. Nele falta água na superfície e o seu oxigênio é quase inexistente”.                                                                                                                                                                                                                                  | A radiação UV esteriliza a superfície. Água existe apenas como gelo ou vapor, e o oxigênio é residual (0,13% do ar).                                                                                                                |
| Aluno 13 | “Viver em Marte é extremamente difícil e improvável de acontecer, pois, como mostra o filme "Perdido em Marte" de 2015, em Marte não possui o oxigênio suficiente fator crucial para sobrevivência humana e consequentemente não possui água (H <sub>2</sub> O) e muito menos formas de alimento (plantas e animais). Demais o planeta vermelho não possui um clima tão favorável para o desenvolvimento humano”. | O filme retrata desafios reais: produção de O <sub>2</sub> via eletrólise (usando H <sub>2</sub> O do solo), cultivo em solo artificial (com bactérias e fertilizantes) e risco de tempestades de poeira (que bloqueiam luz solar). |
| Aluno 14 | “É difícil viver em Marte, porque não há campo magnético e a atmosfera é extremamente fina, além de que Marte se localiza fora da                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Marte está na borda externa da zona habitável, recebendo 43% da luz solar que a Terra. Tempestades de areia são alimentadas por ventos de até                                                                                       |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                            |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | "zona habitável" e lá acontecem várias tempestades de areia".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 100 km/h, mas devido à baixa pressão, têm força mínima.                                                                                                                    |
| Aluno 15 | "É complicado para nós vivermos em Marte por causa de suas condições, que são diferentes do nosso planeta Terra, como a falta de oxigênio, falta de suplementos necessários para a vida como alimentos e muitas ventanias fortes".                                                                                                                                                                      | A síntese de alimentos e ar depende de sistemas fechados (como estufas pressurizadas), pois o ambiente externo não oferece nutrientes ou proteção.                         |
| Aluno 16 | "A atmosfera do planeta é muito fina, o oxigênio é muito escasso, muita radiação solar, não tem campo magnético, não tem água líquida e tem gás carbônico em excesso para respirar".                                                                                                                                                                                                                    | O CO <sub>2</sub> é 95% da atmosfera, causando acidose em humanos se inalado. A pressão baixa também impede a dissolução de O <sub>2</sub> no sangue.                      |
| Aluno 17 | "A atmosfera de Marte é muito fina e tem pouco oxigênio, além da falta de recursos para sobrevivência humana. O planeta é pobre em gases e calor porque não tem campo magnético e tem uma atmosfera muito fina. Além disso, é praticamente indefeso contra ventos solares e raios cósmicos do espaço".                                                                                                  | A atmosfera rarefeita não retém calor (efeito estufa mínimo), levando a noites extremamente frias. A perda de gases para o espaço é contínua.                              |
| Aluno 18 | "As necessidades da sobrevivência humana são muito específicas de seu planeta. A falta de oxigênio, as temperaturas médias elevadas, tempestades muito fortes que acontecem de noite, exposição solar demasiada, incapacidade de cultivo de todas as variedades agrícolas, falta de água, todos fatores que tornam praticamente impossível sobreviver dependendo das condições ofertadas pelo planeta". | Humanos evoluíram na Terra, dependendo de sua gravidade (3,7 m/s <sup>2</sup> em Marte), ciclo hidrológico e proteção contra radiação. Marte não oferece esses parâmetros. |

|          |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                       |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aluno 19 | “Viver em Marte seria um desafio por causa de suas condições como a atmosfera fina, clima extremo e falta de recursos’.                                                                         | Tempestades de poeira globais podem durar meses, reduzindo ainda mais a luz solar e cobrindo painéis solares, críticos para energia.                                                                  |
| Aluno 20 | “Porque Marte não possui as condições necessárias para ser habitada por seres vivos não têm as devidas condições que o nosso planeta possui, não tem oxigênio entre outros etc...”.             | Marte não tem placas tectônicas ativas (que reciclam químicos na Terra) nem um ciclo de carbono estável para regular o clima.                                                                         |
| Aluno 21 | “Por conta da radiação e por que não iríamos conseguir respirar por conta da alta concentração de carbono”.                                                                                     | O CO <sub>2</sub> marciano é um gás de efeito estufa, mas a atmosfera é tão fina que não aquece o planeta. A radiação ionizante danifica DNA e equipamentos.                                          |
| Aluno 22 | “É difícil viver em Marte, porque não há campo magnético e a atmosfera é extremamente fina, além de que Marte se localiza fora da "zona habitável" e lá acontecem várias tempestades de areia”. | Marte está na borda externa da zona habitável, recebendo 43% da luz solar que a Terra. Tempestades de areia são alimentadas por ventos de até 100 km/h, mas devido à baixa pressão, têm força mínima. |

Fonte: Do próprio autor.

A apresentação do trecho do filme *Perdido em Marte* (2015), dos diálogos e as reflexões textuais descritas acima, demonstra que os estudantes conseguem identificar elementos-chave que podem explicar os grandes entraves que impedem a ocupação e colonização de outro planeta rochoso da zona de habitualidade do Sistema Solar. Neste sentido, questões como radiação solar intensa, as altas temperaturas durante o dia e o frio intenso a noite, a falta de água no estado líquido e a atmosfera fina e composta majoritariamente por dióxido de carbono tornam difícil esse povoamento.

#### 6.4 ROTEIRO CIENTÍFICO

A pesquisa é um passo crucial para investigar sobre fenômenos sociais e naturais, porém, é necessário seguir alguns ritos com o intuito de se instrumentalizar

de argumentos científicos no âmbito escolar. De acordo com o INEP (2010) entende-se por letramento científico,

A capacidade de empregar o conhecimento científico para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidências sobre questões científicas. Também faz parte do conceito de letramento científico a compreensão das características que diferenciam a ciência como uma forma de conhecimento e investigação; a consciência de como a ciência e a tecnologia moldam nosso meio material, cultural e intelectual; e o interesse em engajar-se em questões científicas, como cidadão crítico capaz de compreender e tomar decisões sobre o mundo natural e as mudanças nele ocorridas. O letramento científico refere-se tanto à compreensão de conceitos científicos como à capacidade de aplicar esses conceitos e pensar sob uma perspectiva científica. (INEP, 2010).

Dessa forma, o Letramento Científico dentro do que propõe a BNCC representa um percurso de formação dos estudantes para lidar com vários aspectos da vida acadêmica e principalmente da vida social no que diz respeito à sua capacidade de explicar fenômenos por viés científico, dando condições de observá-los e compreendê-los a fim de tomar decisões baseadas no conhecimento consolidado.

Para atingir os objetivos, uma das etapas da sequência didática buscou colocar os estudantes diante do desafio de investigar sobre aspectos referentes aos planetas rochosos e as suas características físicas, entre elas definir e descrever as atmosferas dos planetas rochosos Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Esta etapa foi desenvolvida com as turmas do 1º Ano em duas aulas, totalizando 100 minutos, com a realização da atividade no laboratório de informática da escola. O laboratório conta com 32 computadores, todos conectados à internet, tornando possível que todos pudessem ter uma ferramenta tecnológica disponível para a pesquisa.

Os grupos receberam um modelo do roteiro científico em Word a ser respondido, dando atenção a cada item do quadro apresentado logo abaixo (Quadro 5). Os tópicos foram subdivididos com intuito de que os estudantes pudessem construir o conhecimento desde o início da formação dos planetas até os aspectos físicos já conhecidos por investigação e pesquisas científicas através das missões espaciais. Deveriam buscar a definição de planeta rochoso, tamanho, massa, características da sua superfície, conceito de atmosfera, a composição química da atmosfera do planeta, os principais eventos atmosféricos do caso analisado, por fim,

deveriam atender aos itens que explicam os atributos que descrevem os diferentes tipos de terrenos, a ocorrência de água ou a presença de vida ou não.

Os estudantes foram orientados a realizar as pesquisas em sites e plataformas que possuem relevância acadêmica e grande credibilidade nas informações de cunho científico. As fontes dos dados deveriam atender a este critério dentro do processo formativo e avaliativo. As fontes consultadas foram no Google Acadêmico, a Plataforma Scielo, a Plataforma Sucupira, as revistas eletrônicas de grande relevância como a *Nature* e *National Geographic*, por exemplo. Entremeadado nessa ação as orientações acerca dos aspectos relacionados às Normas da ABNT foram ressaltadas como cruciais para desenvolver qualquer tipo de trabalho científico, como a estrutura do texto, formatação, citações, seleção do texto, capacidade de resumo e como encontrar os itens pesquisados, mas ao passo que as orientações foram ocorrendo foi notado a dificuldade de levar em consideração esses pré-requisitos básicos numa pesquisa simples.

O quadro 5 apresenta o modelo de referência para preencher os itens da pesquisa. Nele o estudante pôde ter uma compreensão mais holística acerca do planeta estudado e como a atmosfera é influenciada e influencia em outras condições típicas de cada um.

Quadro 5: Roteiro Científico: planetas rochosos.

**ESCOLA SESI JOSÉ CARVALHO**

|                    |               |              |
|--------------------|---------------|--------------|
| <b>ESTUDANTES:</b> | <b>TURMA:</b> | <b>DATA:</b> |
| <b>SÉRIE:</b>      |               |              |

**Roteiro Científico: Um estudo sobre a atmosfera de planetas rochosos**

|                                                                              |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <b>Características Físicas:</b>                                              |  |  |
| Definição de planeta:                                                        |  |  |
| Planeta analisado:                                                           |  |  |
| Tamanho:                                                                     |  |  |
| Massa média:                                                                 |  |  |
| Características da superfície                                                |  |  |
| Há crateras, vulcões, montanhas?                                             |  |  |
| <b>Atmosfera</b>                                                             |  |  |
| O que é a atmosfera de um planeta?                                           |  |  |
| Composição atmosférica do planeta rochoso analisado                          |  |  |
| Comparação da densidade atmosférica do planeta rochoso em relação à da Terra |  |  |
| Eventos atmosféricos significativos do planeta                               |  |  |
| <b>Composição do Ar</b>                                                      |  |  |
| Principais gases presentes na atmosfera                                      |  |  |
| Explique como a                                                              |  |  |

|                                                                                        |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--|
| composição do ar varia em cada planeta e como isso influencia as condições climáticas. |  |
| <b>Superfície</b>                                                                      |  |
| Descreva as características da superfície do planeta rochoso                           |  |
| Tipos de terreno encontrados em cada planeta (desertos, planícies, etc.)               |  |
| Há presença de água (passada ou presente)?                                             |  |
| Há existência de luas?                                                                 |  |
| Há presença de vida (ou a possibilidade dela)?                                         |  |

Fonte: Do próprio autor.

A seguir, são apresentados alguns relatórios elaborados a partir do roteiro científico desenvolvido pelos grupos de trabalho, com o objetivo de promover habilidades relacionadas ao levantamento de dados e informações sobre o objeto de estudo designado aos estudantes.

Durante as atividades em sala de aula, surgiram dúvidas sobre as distintas condições atmosféricas dos planetas, como, por exemplo, a amplitude térmica observada nos planetas vizinhos, que cria ambientes inóspitos, inviabilizando possíveis missões tripuladas. Além disso, os estudantes destacaram o impacto da atividade solar na estrutura da atmosfera de Mercúrio, que é extremamente rarefeita devido à alta velocidade de escape e à baixa massa do planeta, fatores que impedem a manutenção de uma gravidade estável e, conseqüentemente, de uma atmosfera consistente.

Nos quadros abaixo, estão registradas as pesquisas orientadas realizadas pelos estudantes no laboratório da escola, as quais contribuíram para a consolidação dos conhecimentos abordados.

Quadro 6: Roteiro Científico Planeta Mercúrio.

**ESCOLA SESI JOSÉ CARVALHO**

|                                                                                   |                             |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| <b>ESTUDANTES:</b> Levi Pinheiro; Hyago Oliveira; João Victor; Guilherme Carneiro | <b>TURMA:</b> E             | <b>DATA:</b><br>27/05/2024 |
| <b>SÉRIE:</b> 1º ANO                                                              | <b>PLANETA:</b><br>Mercúrio |                            |

**Roteiro Científico: Um estudo sobre a atmosfera de planetas rochosos**

| <b>Características Físicas: MERCÚRIO</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Definição:                               | O planeta mais próximo do Sol, distante apenas 57,9 milhões de quilômetros dele. Por isso, sua revolução solar (ano mercuriano) é de apenas 88 dias terrestres.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Planeta:                                 | Mercúrio – o menor planeta do nosso Sistema Solar e mais próximo do Sol – é apenas ligeiramente maior que a Lua da Terra. Sua superfície é coberta por dezenas de milhares de crateras de impacto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Tamanho:                                 | Mercúrio é o planeta mais próximo do Sol e o oitavo em tamanho. É menor que Ganimedes e Titã, mas tem mais do dobro da massa. Com um raio de 1.516 milhas (2.440 quilômetros), Mercúrio tem pouco mais de 1/3 da largura da Terra. Se a Terra fosse do tamanho de uma moeda de cinco centavos, Mercúrio seria quase tão grande quanto um mirtilo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Massa média:                             | Tem diâmetro equatorial de 4.878 km, densidade de 5,43 toneladas por metro cúbico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Características da superfície            | A superfície de Mercúrio assemelha-se à da Lua da Terra, marcada por muitas crateras de impacto resultantes de colisões com meteoritos e cometas. As crateras e características de Mercúrio têm nomes de artistas, músicos ou autores famosos falecidos, incluindo o autor infantil Dr. Seuss e o pioneiro da dança Alvin Ailey. Bacias de impacto muito grandes, incluindo Caloris (960 milhas ou 1.550 quilômetros de diâmetro) e Rachmaninoff (190 milhas, ou 306 quilômetros de diâmetro), foram criadas por impactos de asteroides na superfície do planeta no início da história do sistema solar. Embora existam grandes áreas de terreno plano, também existem penhascos, alguns com centenas de quilômetros de comprimento e chegando a um quilômetro de altura. Eles |

|                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                                                            | aumentaram à medida que o interior do planeta esfriou e se contraiu ao longo dos bilhões de anos desde a formação de Mercúrio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                     |
| Há crateras, vulcões, montanhas?                           | A superfície de Mercúrio assemelha-se à da Lua da Terra, marcada por muitas crateras de impacto resultantes de colisões com meteoroides e cometas. As crateras e características de Mercúrio têm nomes de artistas, músicos ou autores famosos falecidos, incluindo o autor infantil Dr. Seuss e o pioneiro da dança Alvin Ailey.                                                                                                                                                          |                     |
| Atmosfera                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
| O que é a atmosfera de um planeta?                         | Atmosfera é um conjunto de partículas microscópicas em movimento constante, também conhecida por uma camada de ar que envolve o planeta. Composta por gases, vapor d'água e compostos sólidos, ela desempenha funções extremamente importantes para a manutenção e sobrevivência dos seres vivos. Verticalmente, a atmosfera terrestre é dividida em cinco camadas distintas, que variam de acordo com a sua composição e temperatura.                                                     |                     |
| Composição atmosférica do planeta rochoso                  | Em vez de uma atmosfera, Mercúrio possui uma fina exosfera composta de átomos expelidos da superfície pelo vento solar e pelos meteoroides. A exosfera de Mercúrio é composta principalmente de oxigênio, sódio, hidrogênio, hélio e potássio.                                                                                                                                                                                                                                             |                     |
| Densidade atmosférica dos planetas rochosos com a da Terra | O campo magnético de Mercúrio está deslocado em relação ao equador do planeta. Embora o campo magnético de Mercúrio na superfície tenha apenas 1% da força do da Terra, ele interage com o campo magnético do vento solar para, às vezes, criar tornados magnéticos intensos que canalizam o plasma rápido e quente do vento solar para a superfície do planeta. Quando os íons atingem a superfície, eles eliminam átomos com carga neutra e os enviam em um loop alto em direção ao céu. |                     |
| Eventos atmosféricos significativos do planeta             | Mercúrio possui uma fina exosfera composta de átomos expelidos da superfície pelo vento solar e pelos meteoritos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |
| Composição do Ar                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
| Principais gases presentes na atmosfera                    | 42% de oxigênio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 29% de gás de sódio |
| Explique como a composição do ar varia                     | A composição do ar em cada planeta varia significativamente devido a uma série de fatores,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |

|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| em cada planeta e como isso influencia as condições climáticas.          | incluindo a sua massa, gravidade, composição atmosférica primordial e influências externas, como vulcanismo, atividade biológica e interações com a luz solar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Superfície</b>                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Descreva as características da superfície do planeta rochoso             | Bacias de impacto muito grandes, incluindo Caloris (960 milhas ou 1.550 quilômetros de diâmetro) e Rachmaninoff (190 milhas, ou 306 quilômetros de diâmetro), foram criadas por impactos de asteroides na superfície do planeta no início da história do sistema solar. Embora existam grandes áreas de terreno plano, também existem penhascos, alguns com centenas de quilômetros de comprimento e chegando a um quilômetro de altura. Eles aumentaram à medida que o interior do planeta esfriou e se contraiu ao longo dos bilhões de anos desde a formação de Mercúrio. |
| Tipos de terreno encontrados em cada planeta (desertos, planícies, etc.) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Há presença de água (passada ou presente)?                               | Mercúrio pode ter água gelada nos polos norte e sul, dentro de crateras profundas, mas apenas em regiões com sombras permanentes. Nessas sombras, poderia estar frio o suficiente para preservar o gelo da água, apesar das altas temperaturas nas partes do planeta iluminadas pelo sol.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Há a existência de luas?                                                 | Mercúrio não tem luas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Há presença de vida (ou a possibilidade dela)?                           | O ambiente de Mercúrio não é propício à vida como a conhecemos. As temperaturas e a radiação solar que caracterizam este planeta são provavelmente demasiado extremas para os organismos se adaptarem.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## REFERÊNCIAS

Disponível em:

<<https://www.sgb.gov.br/publicue/SGB-Divulga/Canal-Escola/Nossos-Vizinhos-do-Sistema-Solar-1275.html>> . Acesso em: 27 maio. 2024.

Mercúrio.

Disponível

em:

<[https://www.ccvalg.pt/astronomia/sistema\\_solar/mercurio.htm](https://www.ccvalg.pt/astronomia/sistema_solar/mercurio.htm)>

NASA. Mercury: Facts - NASA

Science.

Disponível

em:

<<https://science.nasa.gov/mercury/facts/>> .

SETIC-UFSC. Planetário. Disponível em: <<https://planetario.ufsc.br/o-sistema-solar/>>

Atmosfera terrestre: composição e alterações provocadas pela poluição (artigo). Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/7-ano/atmosfera-terrestre-7-ano/atmosfera-terrestre/a/atmosfera-terrestre-composicao-e-alteracoes-provocadas-pela-poluicao>> .

Atmosfera: o que é e qual sua importância? - eCycle. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/atmosfera/>> .

## Quadro 7: Roteiro Científico Planeta Vênus.

**ESCOLA SESI JOSÉ CARVALHO**

|                                                                                                       |                 |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|
| <b>ESTUDANTES:</b> Guilherme Correia, Heitor Lima, João Pedro Carneiro, Lucas Teófilo e Pedro Gabriel | <b>TURMA:</b> B | <b>DATA:</b> 28/05 |
| <b>SÉRIE:</b> 1º                                                                                      |                 |                    |

**Roteiro Científico: Um estudo sobre a atmosfera de planetas rochosos**

| <b>Características Físicas:</b>           |                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Definição:                                | O planeta Vênus é o segundo planeta rochoso do nosso Sistema Solar a partir do Sol e o mais próximo da Terra, a apenas 61 milhões de quilômetros de distância.   |
| Planeta:                                  | Vênus.                                                                                                                                                           |
| Tamanho:                                  | 12.104 Km de diâmetro.                                                                                                                                           |
| Massa média:                              | $4,867 \times 10^{24}$ kg.                                                                                                                                       |
| Características da superfície             | Vales altos, com montanhas cheias de vulcões.                                                                                                                    |
| Há crateras, vulcões, montanhas?          | Sim.                                                                                                                                                             |
| <b>Atmosfera</b>                          |                                                                                                                                                                  |
| O que é a atmosfera de um planeta?        | Camada gasosa que envolve todo o planeta.                                                                                                                        |
| Composição atmosférica do planeta rochoso | 96,5% de dióxido de carbono e 3,5% de hidrogênio. Além desses, há pequenas proporções de Argônio, Dióxido de Enxofre, Hélio, Monóxido de Carbono e vapor d'água. |

|                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Densidade atmosférica dos planetas rochosos com a da Terra | <p>A densidade da atmosfera terrestre ao nível do mar é aproximadamente <math>1.225 \text{ kg/m}^3</math>. Já sua pressão atmosférica média ao nível do mar é cerca de <math>101.3 \text{ kPa}</math> (kilopascals), ou <math>1 \text{ atm}</math> (atmosfera).</p> <p>A densidade da atmosfera de Vênus ao nível da superfície é cerca de <math>65 \text{ kg/m}^3</math>. Já a pressão atmosférica em sua superfície é extremamente alta, cerca de <math>9.3 \text{ Mpa}</math></p> |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                        | (megapascals), ou aproximadamente 93 vezes a pressão atmosférica da Terra ao nível do mar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Eventos atmosféricos significativos do planeta                                                         | Conhecida como “Chuva Infernal”, no nosso planeta vizinho chove ácido sulfúrico. Ele é produzido nas partes mais altas da atmosfera de Vênus, através de uma reação fotoquímica entre $\text{CO}_2$ (dióxido de carbono), $\text{SO}_2$ (dióxido de enxofre) e vapor d’água. A luz ultravioleta do Sol dissocia o dióxido de carbono em monóxido de carbono e oxigênio atômico. O oxigênio atômico reage com o dióxido de enxofre, resultando em trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ), quando o trióxido de enxofre reage com o vapor d’água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), teremos então ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Quando chove as gotas ácidas não conseguem atingir o solo pois, dada a alta temperatura, estas evaporam em plena queda e voltam a subir ao céu venusiano. |
| <b>Composição do Ar</b>                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Principais gases presentes na atmosfera                                                                | Dióxido de Carbono (96,5%), Nitrogênio (3,5%) e os outros, que encontram-se na atmosfera em proporções desprezíveis, correspondem aos gases dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), Argônio (Ar), vapor d’água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), Monóxido de Carbono (CO), Hélio (He), Neônio (Ne), Cloreto de Hidrogênio (HCl) e Fluoreto de Hidrogênio (HF).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Explique como a composição do ar varia em cada planeta e como isso influencia as condições climáticas. | <p>A alta concentração de Dióxido de Carbono (<math>\text{CO}_2</math>) causa um efeito estufa descontrolado, elevando a temperatura da superfície para cerca de <math>467^\circ\text{C}</math> (<math>872^\circ\text{F}</math>) a qual impede a existência de água líquida.</p> <p>Ademais, devido a uma reação fotoquímica entre <math>\text{CO}_2</math> (dióxido de carbono), <math>\text{SO}_2</math> (dióxido de enxofre) e vapor d’água (<math>\text{H}_2\text{O}</math>), gera-se nuvens espessas de ácido sulfúrico, o que torna o ambiente de Vênus altamente corrosivo.</p>                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Superfície</b>                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descreva as características da superfície do planeta rochoso | O mapa superficial de Vênus, obtido pelo radar da sonda Magalhães (NASA), mostra um relevo bastante suave com apenas 5% da superfície a se desviar mais do que 2 km do seu raio médio. Destacam-se duas zonas no planeta: <i>Ishtar Terra</i> no hemisfério norte (onde se destacam os Montes Maxwell com 12 km de altura) e a <i>Aphrodite Terra</i> no hemisfério sul. |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                          | <p>Vênus apresenta cerca de 100 crateras com dimensão superior a 1 km (muito mais do que foi encontrado na Terra mas muito menos do que existe em Mercúrio ou em Marte).</p> <p>Ademais, por meio dos dados obtidos nas sondas do programa espacial soviético Venera, julga-se que vulcões e forças tectônicas parecem ter apagado a maioria dos vestígios da superfície inicial de Vênus. Projeções virtuais mais recentes indicam que o recapeamento pode ter acontecido de forma fragmentada durante um longo período de tempo. A idade média das características da superfície, desse modo, pode ser de apenas 150 milhões de anos, com algumas superfícies mais antigas misturadas.</p> |
| Tipos de terreno encontrados em cada planeta (desertos, planícies, etc.) | Vênus apresenta uma variedade impressionante de terrenos, incluindo vastas planícies vulcânicas formadas por fluxos de lava, tesserae que são áreas altamente fraturadas e deformadas, e regiões montanhosas como Maxwell Montes. Há também planícies onduladas com pequenas colinas, crateras de impacto, domos de lava, coronas (estruturas circulares causadas pelo movimento do manto) e grandes sistemas de riftes que indicam forças tectônicas ativas. Esses terrenos refletem a complexa história geológica de Vênus, marcada por intenso vulcanismo, tectonismo e impactos meteoríticos sob uma atmosfera densa e hostil.                                                           |
| Há presença de água (passada ou presente)?                               | Os dados enviados pela pioneira sonda espacial Mariner 2 permitiram concluir que a temperatura na superfície de Vênus é superior a 400 °C. Isto exclui a possibilidade de existência de água no estado líquido na superfície ou de vapor de água na atmosfera do planeta, tanto no passado quanto no presente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Há a existência de luas?                       | Vênus é um dos únicos planetas do Sistema Solar que não possui lua, contudo, detém um quase satélite denominado Zoozve. Quase-satélites, também chamados de quase-luas, são asteroides que orbitam o Sol enquanto permanecem perto de um planeta.                                                                                                                                                                                                                            |
| Há presença de vida (ou a possibilidade dela)? | Teoricamente, há, sim, a possibilidade de haver vida, mas não na superfície. A cerca de 50 quilômetros da superfície de Vênus encontram-se condições que permitiram a acomodação de vida terrestre, a exemplo dos micróbios “extremófilos”. Dentre tais parâmetros analisados na atmosfera, destacam-se: temperaturas que variam de 86 a 158 Fahrenheit (30 a 70 Celsius); e a pressão atmosférica, que a essa altura é semelhante à que encontramos na superfície da Terra. |

#### Referências Bibliográficas:

SOBRINHO, J. L. G. **Os planetas do Sistema Solar**. Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira, Madeira, p. 10-12, 2012.

BOLLES, Dana. **Venus facts**. National Aeronautics and Space Administration, Washington, 2024.

BERTOLDO, Victória. **Planeta Vênus e as semelhanças com a Terra**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

HAMILTON, Calvin J. **Views of the solar system**. Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, p. 17-22, 1996.

BOCH, Layara Baltokoski. **Chuvas de Outros Mundos**. GPET-Física UNICENTRO, Guarapuava, 2015.

## Quadro 8: Roteiro Científico Planeta Terra.

**ESCOLA SESI JOSÉ CARVALHO**

|                                                                                                          |                 |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------|
| <b>ESTUDANTES:</b> Dominiky Silva, Luiz Gustavo Silva, Maria Luyza Dantas, Pedro Batista, Vinicius Alves | <b>TURMA:</b> F | <b>DATA:</b><br>28/05/24 |
| <b>SÉRIE:</b> 1º ano F                                                                                   |                 |                          |

**Roteiro Científico: Um estudo sobre a atmosfera de planetas rochosos**

| <b>Características Físicas:</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Definição:                                | Também conhecidos como telúricos, são aqueles que possuem superfície sólida. Eles são constituídos em sua maior parte por silicatos.                                                                                                                          |
| Planeta:                                  | Terra.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Tamanho:                                  | Tem um diâmetro equatorial de cerca de 7.926 milhas (12.756 quilômetros).                                                                                                                                                                                     |
| Massa média:                              | A massa do nosso planeta é de $5,9722 \times 10^{24}$ kg, ou seja, 5.972.000.000.000.000.000.000.000,00.                                                                                                                                                      |
| Características da superfície             | Atmosfera gasosa, superfície sólida e possuem cânions, crateras, montanhas e vulcões em sua superfície. Sendo a Terra o único planeta com água presente em sua superfície.                                                                                    |
| Há crateras, vulcões, montanhas?          | Sim.                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Atmosfera</b>                          |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| O que é a atmosfera de um planeta?        | Chama-se atmosfera terrestre a camada composta por radiação, gases e material particulado (aerossois) que envolve a Terra e se estende por centenas de quilômetros.                                                                                           |
| Composição atmosférica do planeta rochoso | Eles podem ter origem em processos naturais (erupções vulcânicas, por exemplo) ou ser resultantes de atividades humanas. Desse modo, quando falamos em composição material da atmosfera nos referimos ao ar limpo e seco. Nessas condições, os elementos mais |

|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                        | importantes que compõem o ar terrestre estão listados na tabela 1. Vemos que o nitrogênio (78%) e o oxigênio (21%) ocupam quase 99% do volume do ar seco e limpo. Contudo, há gases que, apesar de sua participação relativa ser muito pequena, desempenham um papel fundamental. Assim, o dióxido de carbono, o ozônio e o vapor d'água, mesmo ocorrendo em pequenas concentrações, são fundamentais em fenômenos meteorológicos ou mesmo para a manutenção da vida.                                                                            |
| Densidade atmosférica dos planetas rochosos com a da Terra                                             | O planeta rochoso Terra tem uma densidade de cerca de: 5,52 g/cm <sup>3</sup> .<br>Mercúrio: Tem sua densidade de aproximadamente 5,42 g/cm <sup>3</sup><br>Vênus: Tem densidade de aproximadamente 5,24 g/cm <sup>3</sup><br>Marte: Tem sua densidade de aproximadamente 3,94 g/cm <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Eventos atmosféricos significativos do planeta                                                         | Entre os processos físicos que propiciam a ocorrência desses fenômenos pode-se destacar: transferência de massa e energia, movimento do ar, variações de calor e umidade da atmosfera, força de Coriolis, das cargas elétricas, variações magnéticas, manifestações radiativas e ionizantes, dentre outros.<br>Aerossois; Hidrometeoros (chuva, formação de nuvens, granizo, neve, gota de água); Frente-frias e Frente-quentes; Ciclone tropical (furacão); Ciclone extratropical; Ciclone subtropical; Tornado; Eletrometeoros (raio, trovão). |
| <b>Composição do Ar</b>                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Principais gases presentes na atmosfera                                                                | A atmosfera terrestre é composta basicamente por uma mistura de gases, vemos que o Nitrogênio (78%) e o Oxigênio (21%) ocupam quase 99% do volume do ar seco e limpo. Contudo, há gases que, apesar de sua participação relativa ser muito pequena, desempenham um papel fundamental. Assim, o dióxido de carbono, o ozônio e o vapor d'água, mesmo ocorrendo em pequenas concentrações, são fundamentais em fenômenos meteorológicos ou mesmo para a manutenção da vida.                                                                        |
| Explique como a composição do ar varia em cada planeta e como isso influencia as condições climáticas. | Cada atmosfera tem uma composição diferente, a maior parte dela é bastante rarefeita. É importante destacar que a composição da atmosfera da Terra é a única no Sistema Solar que permite a existência da vida tal como a conhecemos. Esse diferencial ocorre, principalmente, pela ação da camada de ozônio.                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| Superfície                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descreva as características da superfície do planeta rochoso             | A superfície terrestre corresponde à porção mais externa da crosta terrestre, é o lugar onde o ser humano habita e manifesta suas atividades. A sua porção continental, isto é, a sua localização acima do nível dos oceanos, é chamada de terras emersas, e sua porção oceânica é chamada de terras imersas, que ocupam 71% de toda a sua área. A superfície terrestre é resultante da interposição entre três camadas, a litosfera (porção sólida), a atmosfera (porção gasosa) e a hidrosfera (porção líquida). Juntas, essas camadas permitem a existência de uma quarta expressão sobre a camada superficial da Terra: a biosfera, onde se manifesta a vida. |
| Tipos de terreno encontrados em cada planeta (desertos, planícies, etc.) | Tipos de terreno/relevo/ambientes:<br>- Montanhas: Monte Everest, Monte Olympus, etc.<br>- Planalto: Planalto Central, Planalto das Guianas, etc.<br>- Planícies: Planície Abissal, Planície Aluvial, etc.<br>- Depressões: Depressão Sertaneja e do São Francisco, Depressão Cuiabana, etc.<br>- Deserto: Deserto do Saara, Deserto de Gobi, etc.<br>- Florestas: Tropicais, Temperadas, Boreais, etc.                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Há presença de água (passada ou presente)?                               | Sim.<br>- Oceanos: Atlântico, Pacífico, Índico e Ártico (águas salgadas)<br>- Rios: Nilo, Amazonas, São Francisco entre outros (águas doces)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Há a existência de luas?                                                 | Sim, apenas uma lua. Ela tem aproximadamente 3.474,8 km de diâmetro e possui grande importância para o equilíbrio no nosso planeta, por exemplo, ela ajuda a manter a estabilidade do clima, contribui para os movimentos das marés e para outros aspectos importantes para a vida por aqui.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Há presença de vida (ou a possibilidade dela)?                           | Sim, desde seres com estruturas simples (células) até seres de estruturas complexa (animais e seres humanos)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

### Referências

Atmosfera: Dias, A. A. C., Andrade-Neto, A. V., & Miltao, M. S. R. (2007). A ATMOSFERA TERRESTRE: COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA.

SETIC-UFSC. Planetário. Disponível em: <<https://planetario.ufsc.br/dados-sobre-o-planeta/>>.

Mercurio. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/solar/mercury.htm>>. Acesso em: 29 maio. 2024

<<https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/planeta-venus-e-as-semelhancas-com-a-terra/>>.

Introdução a Marte. Disponível em:

<<https://www.if.ufrgs.br/ast/solar/portug/mars.htm>>

Dias, A. A. C., Andrade-Neto, A. V., & Miltao, M. S. R. (2007). A ATMOSFERA TERRESTRE: COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA.

Atmosfera dos Planetas. **Toda Matéria**, [s.d.]. Disponível em:

<https://www.todamateria.com.br/atmosfera/> . Acesso em: 3 jun. 2024.

Quadro 9: Roteiro Científico Planeta Marte.

**ESCOLA SESI JOSÉ CARVALHO**

|                                                                                                            |                    |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|
| <b>ESTUDANTES:</b> Luan Sena, Luiz Arthur, Sophia Neri, Matheus Conceição, Vitor Gabriel e Miqueias Victor | <b>TURMA:</b><br>F | <b>DATA:</b><br>28/05/2024 |
| <b>SÉRIE:</b> 1º                                                                                           |                    |                            |

**Roteiro Científico: Um estudo sobre a atmosfera de planetas rochosos**

| <b>Características Físicas:</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Definição:                                  | Quarto planeta do sistema solar, de atmosfera rochosa e sólida. Tendo uma atmosfera composta por mais de 95% de dióxido de carbono.                                                                                                                                                                           |
| Planeta:                                    | MARTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Tamanho:                                    | 6.779 km                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Massa média:                                | 6,42 x 10 <sup>23</sup> kg                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Características da superfície               | Superfície rochosa, considerado um planeta terroso. Sua superfície vermelha deriva da composição mineral presente nas rochas.                                                                                                                                                                                 |
| Há crateras, vulcões, montanhas?            | Sim, há montanhas e vulcões extintos, como o Monte Olimpo.                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Atmosfera</b>                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| O que é a atmosfera de um planeta?          | A atmosfera funciona como um casaco de gases que impede que os raios solares cheguem à superfície com maior intensidade, cada planeta possui uma atmosfera com suas próprias particularidades, sem a atmosfera a vida como conhecemos seria totalmente diferente.                                             |
| Composição atmosférica do planeta rochoso   | A atmosfera Marciana é composta de mais de 95% de dióxido de carbono. Ventos solares dispersam a fina e fraca atmosfera porque Marte tem campos gravitacionais e magnéticos muito fracos. Nos polos Marcianos encontram-se capas de gelo polar que diminuem de tamanho durante a primavera e verão Marcianos. |
| Densidade atmosférica dos planetas rochosos | Marte possui uma atmosfera muito mais rarefeita do que a Terra. A pressão atmosférica em Marte é apenas                                                                                                                                                                                                       |

|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| com a da Terra                                                                                         | cerca de 0,6% da pressão atmosférica ao nível do mar na Terra.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Eventos atmosféricos significativos do planeta                                                         | A atmosfera de Marte vazava continuamente para o espaço e é um fator crucial na habitabilidade passada, presente e futura do planeta - ou a falta dela. O planeta perdeu a maior parte da sua atmosfera, outrora muito mais densa e úmida, fazendo com que esta evoluísse para o mundo seco e árido que vemos hoje. |
| <b>Composição do Ar</b>                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Principais gases presentes na atmosfera                                                                | É composta por gás carbônico, dióxido de carbono, nitrogênio, argônio, neônio e oxigênio.                                                                                                                                                                                                                           |
| Explique como a composição do ar varia em cada planeta e como isso influencia as condições climáticas. | A composição da atmosfera marciana, juntamente com sua pressão atmosférica muito baixa, contribui para um clima radicalmente diferente do da Terra, com temperaturas extremamente frias, variações sazonais pronunciadas e ventos e tempestades de poeira significativas.                                           |
| <b>Superfície</b>                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Descreva as características da superfície do planeta rochoso                                           | Planetas rochosos, ou "telúricos" (do latim Tellus um sinônimo de Terra) ou planetas sólidos são planetas rochosos assim como a Terra. São 4 os planetas rochosos do Sistema Solar: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.                                                                                                 |
| Tipos de terreno encontrados em cada planeta (desertos, planícies, etc.)                               | Planícies vulcânicas, montanhas e dunas de areia.                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Há presença de água (passada ou presente)?                                                             | Através de imagens de satélite e dados coletados por rovers, os cientistas identificaram características na superfície marciana que sugerem a presença de água no passado.                                                                                                                                          |
| Há a existência de luas?                                                                               | Sim, duas, Phobos e Deimos.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Há presença de vida (ou a possibilidade dela)?                                                         | Ainda não é possível responder, porém é possível que o planeta possa alojar micróbios.                                                                                                                                                                                                                              |

**Referências:**

Disponível em: <https://www.nature.com/>. (Acesso em 12 de jun de 2024).

Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-44946892>. (Acesso em 12 de jun de 2024).

Disponível em: <https://coletivometranca.com.br/> <https://www.ufmg.br/>. (Acesso em 12 de jun de 2024).

Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/>. (Acesso em 12 de jun de 2024).

Disponível em: [https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/). (Acesso em 12 de jun de 2024).

Disponível em: <https://heasarc.gsfc.nasa.gov/>. (Acesso em 12 de jun de 2024).

Disponível em: <https://www.galeriadometeorito.com/>. (Acesso em 12 de jun de 2024).

Os relatórios evidenciaram que o letramento científico é essencial para promover uma compreensão sobre o tema e evitar a reprodução de equívocos na disseminação de informações incorretas. A consulta a fontes seguras e respaldadas cientificamente permitiu que os estudantes desenvolvessem uma postura mais crítica, fundamentada em dados reconhecidos e comprovados, capazes de explicar fenômenos naturais e sociais de forma precisa e confiável.

## 6.5 AUTOAVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES

Nesta etapa da pesquisa os estudantes foram estimulados a construir um relato sobre o conhecimento construído após a realização das atividades da Sequência Didática. É importante salientar sobre o papel deles na construção do próprio saber, que estão atrelados à curiosidade na ação de pesquisa e discussão com os pares sobre os planetas rochosos e suas características físicas

Uma forma de avaliar a aprendizagem dos estudantes consiste em promover a auto avaliação como um momento reflexivo, no qual eles podem analisar e consolidar os conhecimentos adquiridos após a aplicação da Sequência Didática. Esse processo permite identificar quais aspectos relacionados à compreensão da atmosfera foram assimilados, evidenciando, por meio da escrita individual, a capacidade de destacar elementos relevantes e posicionar-se criticamente sobre os pontos que mais despertaram seu interesse durante a construção do conhecimento.

Para tanto, cada estudante foi orientado a elaborar um parágrafo descritivo e analítico sobre um planeta rochoso, com ênfase em suas características atmosféricas, estabelecendo, ao mesmo tempo, relações entre as mudanças climáticas e seus impactos para a vida na Terra. A seguir, no Quadro 10 são apresentados alguns registros dos relatos produzidos pelos estudantes das turmas, os quais demonstram

os conhecimentos construídos após a implementação da Sequência Didática em sala de aula.

Quadro 10: Relato dos alunos (autoavaliação).

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Aluno A</p> <p>“Aprendi muita coisa com essas atividades, como a importância da atmosfera dos planetas e como é importante ter uma boa atmosfera para a vida. Por exemplo a atmosfera de Vênus que retém muito calor tendo temperaturas altíssimas. Aprendi o que são planetas rochosos e gasosos, à base desses grandes planetas e como a maioria das coisas surgiram no Sistema Solar”.</p>                                                             |
| <p>Aluno B</p> <p>“Aprendi que muitos fatores influenciam a atmosfera e fenômenos relacionados a ela. A composição da atmosfera, a concentração de Oxigênio, o quanto a atmosfera é rarefeita em camadas superiores, a incidência de radiação tanto solar quanto a de outras fontes, pode modificar as condições de um planeta, fazendo com que fenômeno como tempestades, furacões, enchentes e vendavais sejam mais ou menos recorrentes e perigosos”.</p> |
| <p>Aluno C</p> <p>“Vênus é o segundo planeta na ordem do Sistema Solar e apesar de não ser o mais próximo do sol é o planeta mais quente do sistema, ele é considerado o irmão da Terra já que possui tamanhos semelhante, e por isso foi um dos primeiros a ser estudado para a possibilidade de vida. Tem sua atmosfera amarelada pela presença de diversos gases tóxicos, e possui também os dias mais longos do ano”.</p>                                |
| <p>Aluno D</p> <p>“Os planetas rochosos são menores, mais densos e mais próximos ao próximo do Sol em relação aos planetas gasosos. Eles são formados por</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

rochas e apresentam formas de relevo específicas. Vênus é o segundo planeta do Sistema Solar mais próximo do Sol e além do Sol e da Lua é o corpo celeste mais brilhante no céu, motivo pelo qual é conhecido desde a antiguidade”.

Aluno E

“Eu aprendi que planetas rochosos são os menores, mais densos e mais próximos do Sol. Eles são formados por rochas e apresentam formas de relevo específicas. Também achei um curta-metragem “Perdido em Marte”, que reflete as condições da atmosfera de Marte, como altas temperaturas durante o dia e as baixas temperaturas durante a noite, com um clima mais desequilibrado. Uma curiosidade é que além do Sistema Solar, muitos exoplanetas rochosos foram descobertos, alguns em zonas habitáveis onde a água líquida poderia existir”.

Aluno F

“Bom, com os estudos científicos sobre os planetas eu descobri várias curiosidades sobre o nosso Sistema Solar e os planetas que orbitam ele, como por exemplo: em Mercúrio foi encontrado vestígios de água nos polos por uma sonda; Vênus que é um dos planetas com atmosfera mais densa e o mais quente do Sistema Solar; a Terra tem um diâmetro de 12.756 km; Marte, o planeta vermelho, tem uma superfície parecida com a Terra e é o que tem grande potencial de ser habitado futuramente”.

Aluno G

“Aprendi sobre os planetas rochosos que são os mais próximos do Sol e têm menos luas e os gasosos que ficam mais distantes da Terra, também aprendi sobre a atmosfera dos planetas e suas diversas camadas”.

Aluno H

“Aprendi sobre a composição da atmosfera dos planetas e como influenciam os mesmos, além de sua composição, como por exemplo a

atmosfera de Mercúrio que não retém quase nenhum calor tendo temperaturas altíssimas durante o dia e baixíssimas durante a noite, aprendi o que são as diferenças e formação de planetas rochosos e gasosos, além de seus fenômenos”.

Aluno I

“Aprendi que a atmosfera de um planeta é como uma capa de ar ao seu redor. No caso de Mercúrio, a atmosfera é muito fina e é composta principalmente por gases como Hélio e traços de oxigênio, sódio e outros elementos. Essa atmosfera rarefeita não oferece proteção significativa contra a radiação solar ou cósmica, o que torna a vida como a conhecemos improvável de existir no planeta”.

Aluno J

“Com os estudos sobre os planetas aprendi diversas coisas como a características para existência de vida, como há a necessidade de uma atmosfera boa, necessidade da presença de água em estado líquido, localização do planeta no Sistema Solar. Um planeta que está sendo estudado para a exploração humana é Marte, "o Planeta Vermelho", só que ainda o ser humano sofre em resolver alguns problemas enfrentados como a gravidade, solo e presença de Oxigênio”.

Aluno K

“No geral, os planetas gasosos são planetas compostos principalmente por gases como Hidrogênio e Hélio. São eles: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Já os rochosos são caracterizados por superfícies sólidas e compostas principalmente por rochas e metais. No Sistema Solar, existem quatro planetas rochosos: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. No nosso sistema, todos possuem atmosfera, mas todos eles possuem um tipo e composição diferente por exemplo: Vênus tem uma atmosfera caracterizada por ser densa e composta, principalmente por dióxido de carbono e também vapor de água,

com nuvens de ácido sulfúrico. O efeito estufa nesse planeta é tão intenso que resulta em temperaturas superficiais extremamente altas”.

Aluno L

“Os planetas rochosos, também conhecidos como planetas telúricos, são um grupo de planetas do Sistema Solar que possuem superfícies sólidas e densas, compostas principalmente por rochas e metais. Os quatro principais planetas rochosos do sistema solar são Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Vênus é conhecido como o planeta irmão da Terra devido ao seu tamanho semelhante, mas sua atmosfera é composta principalmente por dióxido de carbono, resultando em um efeito estufa extremo que torna sua superfície extremamente quente (mais de 480°C) e envolta em nuvens espessas de ácido sulfúrico”.

Aluno M

“Eu entendi que os planetas possuem massa, densidade, força gravitacional diferentes. Cada planeta tem sua atmosfera, campo magnético, e sofre diferentes eventos climáticos de diferentes proporções. Sobre os desastres naturais no nosso planeta eu compreendi que a maior parte deles são relacionados à ação humana”.

Fonte: Do próprio autor.

Os depoimentos dos estudantes evidenciam um aprendizado sobre os planetas do Sistema Solar, com particular ênfase nas características dos planetas rochosos, na composição e relevância das atmosferas planetárias, bem como nos fenômenos climáticos e astronômicos. Através das atividades conduzidas, os alunos desenvolveram uma compreensão clara de conceitos científicos complexos, como a influência da atmosfera na temperatura e na viabilidade de vida em outros planetas,

além de conseguirem diferenciar as características dos planetas rochosos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte).

Os estudantes destacaram, por exemplo, a atmosfera de Vênus como um caso extremo de efeito estufa, apresentando temperaturas elevadíssimas em virtude da alta concentração de dióxido de carbono e das nuvens de ácido sulfúrico. Também foi mencionada a atmosfera rarefeita de Mercúrio, que não retém calor, resultando em variações extremas de temperatura entre o dia e a noite. Ademais, houve um interesse particular por Marte, considerado um planeta com potencial para exploração humana, apesar dos desafios relacionados à gravidade, ao solo e à ausência de oxigênio.

Outro aspecto relevante foi a contextualização do conhecimento científico com exemplos práticos, como a alusão ao filme "Perdido em Marte", utilizado para ilustrar as condições atmosféricas do planeta, além da discussão sobre a importância da presença de água líquida e de uma atmosfera equilibrada para a existência de vida. Os alunos também demonstraram curiosidade acerca dos exoplanetas e a possibilidade de habitabilidade em outros sistemas estelares.

Em síntese, os relatos evidenciam que os estudantes não apenas assimilaram conteúdos científicos, mas também estabeleceram conexões entre esses conhecimentos e situações reais e hipotéticas, como a exploração espacial e a busca por vida em outros planetas. Tal constatação indica que as atividades propostas foram eficazes em promover o letramento científico, estimulando a curiosidade, a reflexão crítica e a aplicação do conhecimento em contextos diversificados. Além disso, os alunos demonstraram a capacidade de articular conceitos e de compreender a relevância da ciência para a exploração espacial e a preservação da vida na Terra. A seguir a figura representam os trabalhos apresentados.

Figura 24: Apresentação dos roteiros científicos



Fonte: Do próprio autor.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Geografia e a Astronomia estabelecem relações intrínsecas no processo de ensino e aprendizagem, especialmente no contexto dos avanços curriculares propostos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que reforçam a importância dessa integração. Diante disso, a pergunta norteadora da pesquisa "Como a compreensão do objeto de conhecimento 'Atmosfera', sua formação e composição possibilita o desenvolvimento do Letramento Científico de estudantes do 1º Ano do Ensino Médio acerca das Mudanças Climáticas?" revelou-se profícua, proporcionando uma compreensão relevante a partir da aplicação das etapas da Sequência Didática proposta.

A aplicação da Sequência Didática sobre a atmosfera dos planetas rochosos, desenvolvida com estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Escola SESI José Carvalho, permitiu uma análise sobre o processo de ensino-aprendizagem no contexto da Astronomia e da Geografia. A partir das etapas realizadas, foi possível observar avanços significativos no entendimento dos estudantes sobre os conceitos científicos relacionados à formação, composição e importância das atmosferas dos planetas rochosos, bem como suas implicações para as mudanças climáticas na Terra.

A utilização da plataforma Kahoot para a gamificação foi uma estratégia eficaz e lúdica para engajar os estudantes e avaliar seus conhecimentos prévios sobre o Sistema Solar e os planetas rochosos. A gamificação mostrou-se uma ferramenta relevante para despertar o interesse e promover a participação ativa, além de permitir a identificação de lacunas no conhecimento que precisavam ser abordadas durante as aulas. Os resultados obtidos no jogo evidenciaram que, embora muitos estudantes tivessem uma noção básica sobre os planetas e suas características, ainda havia confusões conceituais, como a distinção entre o Sistema Solar e a Via Láctea, ou a classificação dos planetas rochosos e gasosos. Essas lacunas foram trabalhadas ao longo da sequência didática.

O questionário aplicado após a gamificação permitiu uma análise mais detalhada do nível de compreensão dos estudantes sobre temas como a formação do Universo, a composição da atmosfera terrestre e as características dos planetas rochosos. A maioria dos alunos demonstrou familiaridade com conceitos como a Teoria do Big Bang e a composição da atmosfera terrestre, mas ainda apresentava dificuldades em relacionar esses conceitos com fenômenos climáticos e a influência

humana nas mudanças climáticas. A análise dos dados revelou que os estudantes tinham uma percepção clara sobre a importância da atmosfera para a vida na Terra, mas ainda precisavam de mais informações para compreender como as ações humanas impactam o equilíbrio climático.

A utilização de trechos do documentário Poeira das Estrelas e do filme Perdido em Marte foi fundamental para contextualizar os conceitos científicos de forma lúdica e envolvente. Esses recursos audiovisuais permitiram que os estudantes visualisassem as condições extremas de outros planetas, como Marte, e refletissem sobre as diferenças entre a Terra e os demais planetas rochosos. As discussões geradas a partir dos filmes foram ricas e demonstraram que os estudantes conseguiram relacionar as condições atmosféricas dos planetas com a possibilidade de vida, além de refletir sobre os desafios da exploração espacial.

A etapa do roteiro científico, em que os estudantes realizaram pesquisas sobre as atmosferas dos planetas rochosos, foi crucial para o desenvolvimento do letramento científico. Os alunos foram capazes de buscar informações em fontes confiáveis, organizar dados e apresentar suas descobertas de forma clara e estruturada. A pesquisa permitiu que os estudantes aprofundassem seus conhecimentos sobre as características físicas e químicas dos planetas, além de compreenderem como a composição atmosférica influencia as condições climáticas e a possibilidade de vida.

A apresentação oral dos resultados da pesquisa foi um momento importante para a consolidação dos conhecimentos adquiridos. Os estudantes demonstraram capacidade de síntese e argumentação, além de terem desenvolvido habilidades de comunicação e trabalho em equipe. A socialização dos dados coletados permitiu que os alunos compartilhassem suas descobertas e aprendessem uns com os outros, reforçando o caráter colaborativo da aprendizagem.

A Sequência Didática contribuiu significativamente para o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes. Eles foram capazes de compreender conceitos complexos relacionados à Astronomia e Geografia, além de relacioná-los com questões cotidianas, como as mudanças climáticas e a influência humana no meio ambiente. A abordagem interdisciplinar, preconizada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), foi essencial para que os estudantes percebessem a conexão entre diferentes áreas do conhecimento e a relevância da ciência para a compreensão do mundo.

Uma das principais percepções dos estudantes foi a compreensão de que as mudanças climáticas na Terra estão diretamente relacionadas à degradação da atmosfera, principalmente devido à intensificação da emissão de gases do efeito estufa. Eles reconheceram a importância de políticas ambientais e ações individuais para mitigar os impactos do aquecimento global. A comparação entre a atmosfera da Terra e a de outros planetas rochosos, como Mercúrio, Vênus e Marte, permitiu que os estudantes refletissem sobre as consequências de um desequilíbrio climático e a necessidade de preservar o meio ambiente.

A utilização de ferramentas tecnológicas como a gamificação e a pesquisa científica, foi fundamental para manter o engajamento e a motivação dos estudantes. Eles demonstraram interesse e curiosidade ao longo de todas as etapas da Sequência Didática, o que contribuiu para uma aprendizagem significativa. A abordagem prática e investigativa permitiu que os estudantes assumissem um papel ativo no processo de aprendizagem, desenvolvendo habilidades como a capacidade de questionar, analisar e argumentar com base em evidências científicas.

Apesar dos avanços, alguns desafios foram identificados, como a dificuldade de alguns estudantes em lidar com conceitos abstratos, como a formação do Universo, a Teoria do Big Bang e a composição química das atmosferas planetárias. Além disso, a falta de familiaridade com normas científicas, como as da ABNT, mostrou a necessidade de um trabalho mais aprofundado nessa área. A infraestrutura da escola, como a disponibilidade de internet e equipamentos, também apresentou algumas oscilações que precisam ser superadas para garantir que todos os estudantes tenham acesso igualitário às atividades propostas.

A Sequência Didática sobre a atmosfera dos planetas rochosos mostrou-se uma ferramenta eficaz para promover o letramento científico e a conscientização ambiental entre os estudantes do 1º ano do Ensino Médio. A abordagem interdisciplinar, aliada ao uso de metodologias ativas e recursos audiovisuais, permitiu que os alunos desenvolvessem uma compreensão sobre os fenômenos relacionados à Astronomia e suas implicações para a vida na Terra. Os resultados obtidos evidenciam a importância de continuar investindo em práticas pedagógicas que estimulem a curiosidade, a investigação e a reflexão crítica dos estudantes. A educação científica, quando bem conduzida, tem o potencial de formar cidadãos mais conscientes e preparados para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo, especialmente no que diz respeito às questões ambientais e climáticas.

Por fim, este trabalho reforça a relevância de integrar o ensino de Astronomia e Geografia no currículo escolar, não apenas como forma de ampliar o conhecimento científico dos estudantes, mas também como uma ferramenta para promover a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P. C.; LIMA, M. E. C. C. Letramento científico e ensino de ciências: contribuições para a alfabetização científica na educação básica. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, p. 1-18, 2020.
- BARRY, Roger G.; CHORLEY, Richard J. **Atmosfera, tempo e clima**. Bookman Editora, 2009.
- BASILEVSKY, Alexander T.; HEAD, James W. The surface of Venus. **Reports on Progress in Physics**, v. 66, n. 10, p. 1699, 2003.
- BELLO, Gilson. **Gamificação e educação: novas perspectivas**. Porto Alegre: Penso, 2016.
- BELYAEV, D. *et al.* “An improved model of the Venus middle atmosphere: Comparing Akatsuki observations with simulations.” *Icarus*, 338, 113463, 2020.
- BESERRA, Fernando Júnio Soares. **Catástrofe climática venusiana e possível cenário do futuro do nosso planeta**: uma atividade investigativa de aprendizagem. 2021. 34 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências) — Universidade de Brasília, Brasília, 2021. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/34076/1/2021\\_FernandoJunioSoaresBeserra\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/34076/1/2021_FernandoJunioSoaresBeserra_tcc.pdf). Acesso em: 15 julho. 2024.
- BOTTENTUIT JUNIOR, João Batista. O aplicativo Kahoot na educação: verificando os conhecimentos dos alunos em tempo real. In: **Livro de atas X Conferência Internacional de TIC na Educação—Challenges**. 2017. p. 1587-1602.
- BRANCO, Alessandra Batista de Godoi; BRANCO, Emerson Pereira; FÁVARO ALEGRÂNCIO IWASSE, Lilian; AKIKO NAGASHIMA, Lucila. ALFABETIZAÇÃO E LETRAMENTO CIENTÍFICO NA BNCC E OS DESAFIOS PARA UMA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA. **Revista Valore**, [S. l.], v. 3, p. 702–713, 2018. DOI: 10.22408/reva302018174702-713. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/174>. Acesso em: 6 março. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- CHAIMOVICH, Hernan. Origem da vida. **Ciência e Cultura**, v. 60, n. SPE1, p. 54-56, 2008.
- CHAMBERS, J. E. The Formation and Evolution of the Solar System: From Protoplanetary Disk to Planetary Architecture. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, v. 49, p. 1-30, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-072420-065527>. Acesso em: 02 jun. 2024.

CHAMPOUX, Joseph E. *Film as a Teaching Resource*. Journal of Management Inquiry, v. 8, n. 2, p. 206-217, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/105649269982016>. Acesso em: 04 jun. 2025.

CIRINO, Marcelo Maia; SOUZA, Aguinaldo Robinson de. O discurso de alunos do ensino médio a respeito da camada de ozônio. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 01, p. 115-134, 2008.

CONTI, J. B. *On global climatic changes*. **Revista do Departamento de Geografia**, 2005.

CONTI, José Bueno. O conceito de desertificação. **CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 3, n. 2, 2008.

CORREIA, Emília. Impactos dos fenômenos solares na atmosfera terrestre. **INFOCIRM**, v. 26, n. 2, p. 6-7, 2014.

DE PASSOS, P. N. Calmon. A Conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. **Revista Direitos Fundamentais & Democracia**, 2009.

DE SOUSA, Angélica Silva; DE OLIVEIRA, Guilherme Saramago; ALVES, Laís Hilário. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 43, 2021.

DE SOUSA, Francisco Jucivania Felix; DA SILVA CAVALCANTE, Lígia Vieira; DEL PINO, José Claudio. Alfabetização científica e/ou letramento científico: reflexões sobre o Ensino de Ciências. **Revista Educar Mais**, v. 5, n. 5, p. 1299-1312, 2021.

DE SOUZA, Sheila Mendonça. Dispersão de Homo sapiens e Povoamento dos Continentes. 2011. Disponível em: <https://abrir.link/XlqHP>. Acesso em: 15 julho. 2024.

DOMINGOS, E. P.; ALMEIDA, J. R. A atmosfera de Mercúrio: composição, estrutura e dinâmica. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 30, n. 2, p. 201-215, 2019.

ECHER, Ezequiel; SOUZA, M. P.; SCHUCH, N. J. A Lei de Beer aplicada na atmosfera terrestre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, p. 276-283, 2001.

EOA Sul Fluminense. Densidade dos corpos do Sistema Solar <<https://eoa-sulfluminense.blogspot.com/2012/10/densidade-dos-corpos-do-sistema-solar.html>>. Acesso em 15 de dezembro de 2024.

ESA. Mars Express operations. <[https://www.esa.int/Enabling\\_Support/Operations/Mars\\_Express\\_operations](https://www.esa.int/Enabling_Support/Operations/Mars_Express_operations)>. Acesso em: 15 de dezembro de 2024.

ESA. Explorando Marte. [Imagem]. [S.l.]: [s.n.], [s.d.]. Disponível em: [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/Mars](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Mars) . Acesso em: 28 agosto. 2025.

FAEDO, Marlon Ronnêr. Geografia e astronomia: diálogos em torno da construção de uma aproximação na educação básica. **Revista Ensino de Geografia (Recife)**, [S. l.], v. 3, n. 3, p. 27–49, 2020. DOI: 10.51359/2594-9616.2020.244885. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/ensinodegeografia/article/view/244885> . Acesso em: 22 março. 2025.

FRANCO, Donizete Lima. A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de física moderna no ensino médio. **Revista Triângulo**, v. 11, n. 1, p. 151-162, 2018.

GALEMBECK, Eduardo; COSTA, Caetano. A evolução da composição da atmosfera terrestre e das formas de vida que habitam a Terra. **Revista Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, 2016.

GILLI, Gabriella et al. Carbon monoxide and temperature in the upper atmosphere of Venus through the analysis of limb observations **by VIRTIS/Venus Express**. Universidad de Granada, 2022.

GLOBO. "Blue Marble": famosa foto da Terra inteira completa 50 anos. Disponível em: < <https://umsoplaneta.globo.com/sociedade/noticia/2022/12/07/blue-marble-1a-foto-espacial-da-terra-inteira-completa-50-anos.ghtml> >. Acesso em: 20 de março de 2025.

GLOBO. NASA divulga imagem colorida do planeta Mercúrio. Disponível em: < <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2013/02/nasa-divulga-imagem-colorida-do-planeta-mercúrio.html> >. Acesso em: 19 de março de 2025.

HOSOUME, Yassuko; Leite, Cristina; Carlo, Sandra Del. ENSINO DE ASTRONOMIA NO BRASIL - 1850 A 1951 - UM OLHAR PELO COLÉGIO PEDRO II. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte) Ago. 2010, Volume 12 Nº 2 Páginas 189 - 204.

JARDIM, Wilson F. Jardim. A evolução da atmosfera terrestre. **Cadernos Temáticos de Química Nova**. São Paulo, 2001. Edição especial.

JURADO, Antonio M.; DE PABLO HERNÁNDEZ, Miguel Angel. La estructura de la atmósfera de Marte. In: Investigación y didáctica para las aulas del siglo XXI: experiencias docentes y estrategias de innovación educativa para la enseñanza de la biología y la geología: **Actas del I Congreso de docentes de Ciencias de la Naturaleza**. Santillana, 2011.

LISSAUER, J. J.; DEVINCENZI, D. L. Diversity of Planetary Systems in the Milky Way: Comparisons with the Solar Architecture. **Annual Review of Astronomy and Astrophysics**, v. 60, p. 1-35, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-astro-052920-100508>. Acesso em: 02 de jul. 2025.

LICHTENBERG, Tim; SCHAEFER, Laura K.; NAKAJIMA, Miki; FISCHER, Rebecca A. Geophysical Evolution During Rocky Planet Formation. **arXiv preprint arXiv:2203.10023**, 2022. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2203.10023>. Acesso em: 5 fevereiro. 2025.

LOVELOCK, James E. **Gaia-um novo olhar sobre a vida na Terra**. Leya, 2020.  
MANO, Amanda Mattos; SARAVALI, Eliane Giachetto. Origem da vida na terra: um estudo à luz da teoria piagetiana. **Linha Mestra**, p. 549-552, 2012.

LUSO METEO. Composição e camadas da atmosfera terrestre. Disponível em: < <https://lusometeo.com/material-didatico/composicao-e-camadas-da-atmosfera-terrestre-8352/> >. Acesso em: 20 de março de 2025.

MEIRA, L. Gamificação na educação: fundamentos e aplicações. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2013. (Relatório técnico).

MENDONÇA, J. Ricardo C.; GUIMARÃES, Flávia Peixoto. Do quadro aos" quadros": o uso de filmes como recurso didático no ensino de administração. **Cadernos EBAPE**. BR, v. 6, p. 01-21, 2008.

MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?id=5BY87> . Acesso em: 10 de julho. 2024.

MORATORI, Patrick Barbosa. Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem. **UFRJ: Rio de Janeiro**, v. 4, 2003.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.

MULTIRIO. A cidade novamente corte: o Império O Colégio de Pedro II em detalhe de litografia de 1856. < <https://multirio.rio.rj.gov.br/index.php/historia-do-brasil/rio-de-janeiro/2877-o-colegio-de-pedro-ii> > . Acesso em: 16 de março de 2025.

NASA. (1975). *Mariner 10 Mission to Mercury*. Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2025.

NASA. [Mariner 10](#) (The Mariner 10 was a probe sent to Mercury. It managed to map about 40-45% of Mercury.). Disponível em: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/image/spacecraft/mariner10.gif>. Acesso em: 06 de setembro de 2025.

NASA. (2014). MESSENGER 10 Years in Space: By the Numbers. Disponível em: <https://www.nasa.gov/image-article/messenger-10-years-space-by-numbers/#.VPuG7PnF98E> . Acesso em: 06 de setembro de 2025.

NASA (1991). Vênus - Computer Simulated Global View of the Northern Hemisphere. Disponível em: <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA00104>. Acesso em: 06 de setembro de 2025.

PIAGET, J.; INHELDER, B. Da lógica da criança à lógica do adolescente: ensaio sobre a construção das estruturas operatórias formais. Tradução de Walter Duarte Costa. Porto Alegre: **Artes Médicas**, 1976.

PIASSI, Luís P.; PIETROCOLA, Maurício. Possibilidades dos filmes de ficção científica como recurso didático em aulas de física: a construção de um instrumento de análise. **X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Londrina, p. 9-29, 2006.

ROCHA, H.; MONTOVANI, J. C.; COSTA, M. C. da. Assistindo a geografia: o uso de filmes como ferramenta didática para o ensino geográfico. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 22, n. 1, p. 41-65, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/22364994333333>. Acesso em: 12 jul. 2024.

ROCHA, Robson M.; BONFIM, Victor. Prof. Dr. Sergio Pilling Alunos: Fredson de Araujo Vasconcelos, Alexandre Bergantini de Souza, Will. A Química de Atmosferas Planetares/Lunares. Disponível em: <https://encurtador.com.br/POgOZ> . Acesso em: 15 julho. 2024.

SANTOS, Gilvan Gomes dos. **Sequência didática**: um estudo sobre a atmosfera de planetas rochosos / Gilvan Gomes dos Santos, Carlos Alberto de Lima Ribeiro. – Feira de Santana, 2025. 19f.: il.

SAUNDERS, R. S., et al. (1992). *Magellan Mission Summary*. **Journal of Geophysical Research**, 97(E8), 13067-13090. DOI: 10.1029/92JE01397. Acesso em 10 de fevereiro. 2025.

SEFERIAN, Ana Paula Gomes. A articulação de práticas de ensino das metodologias ativas em uma sequência didática e sua importância para a aprendizagem em Geografia. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PRÁTICA DE ENSINO DE GEOGRAFIA**, 14., 2019, Campinas. Anais. Campinas: Boletim Campineiro de Geografia, 2019. p. 361-366. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/anais14enpeg/index>. Acesso em: 14 agosto. 2024.

SESI, Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. Ensino Médio: Ciências Humanas e sociais aplicadas: 1ª série: caderno 1 / Serviço Social da Indústria. – 2. Ed. – Brasília: **SOMOS Sistemas de Ensino**. 2022.

SGB. Educa. Meteoros e meteoritos. [https://sgbeduca.sgb.gov.br/jovens\\_geociencias\\_meteoros\\_e\\_meteoritos.html](https://sgbeduca.sgb.gov.br/jovens_geociencias_meteoros_e_meteoritos.html) Acesso em: 15 de dezembro de 2024.

SILVA, Elcy Mendes. A origem da vida-o uso da tecnologia como estratégia pedagógica para criação própria do conhecimento. **Pedagogia em ação**, v. 10, n. 1, p. 18-25, 2018. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/pedagogiacao/issue/archive>. Acesso em: 14 agosto. 2024.

SILVA, J. B. et al. Gamificação na educação: metodologias ativas e tecnologias digitais. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016.

SILVA, J. R.; OLIVEIRA, M. A. Letramento científico na educação básica: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 2, p. 455-472, 2018.

SILVA, R. W. C., PAULA, B. L. 2009. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. **Terra Didática**. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/> . Acesso em: 15 julho. 2024.

SILVA, R. M.; COSTA, L. F. A história das observações de Mercúrio e Vênus: dos primórdios à era espacial. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 12, n. 1, p. 45-60, 2019.

SILVA, Wagner Rodrigues. Educação científica como abordagem pedagógica e investigativa de resistência. **Trabalhos em Linguística Aplicada**, v. 59, p. 2278-2308, 2021.

SLIDE PLAYER. Sistema Solar Modelos do Sistema Solar Componentes do Sistema Solar. < <https://slideplayer.com.br/slide/13422885/> > . Acesso em: 16 de março de 2025.

SOARES, M. **Alfabetização e letramento**. 7. ed. 1. reimp. São Paulo: Contexto, 2017b.

SOBRINHO, J. L. G. Os Planetas do Sistema Solar. **Formação contínua de docentes: Introdução a Astronomia** (texto de apoio ao módulo 1), v. 38, 2012.

SOLAR SYSTEM SCOPE. **Solar System Scope is a model of Solar System, Night sky and Outer Space in real time, with accurate positions of objects and lots of interesting facts**. < <https://www.solarsystemscope.com/> > Acesso em 16 de março de 2025.

SOLOMON, S. C. et al. (2018). *MESSENGER Mission Overview*. **Space Science Reviews**, 214(1), 1-36. DOI: 10.1007/s11214-018-0477-6. Acesso em: 10 de fevereiro de 2025.

SHAMOS, Morris H. **The Myth of Scientific Literacy**. New Brunswick: Rutgers University Press, 1995.

SHEEHAN, W.; BOUDREAU, J.; MANARA, A. A figure in the carpet: Giovanni Schiaparelli's classic observations of Mercury reconsidered in the light of modern CCD images. **Memorie della Societa Astronomica Italiana**, v. 82, p. 358, 2011.

TAIT, T. F. C. Gamificação em ambientes educacionais. Curitiba: **Appris**, 2015.

WIKIPÉDIA. Messenger. < <https://pt.wikipedia.org/wiki/MESSENGER> > . Acesso em: 10 de fevereiro. 2025.

WIKIPÉDIA. Magellan. < <https://pt.wikipedia.org/wiki/Magellan> > . Acesso em: 10 de fevereiro. 2025.

WIKIPÉDIA. Perdido em Marte. < [https://pt.wikipedia.org/wiki/Perdido em Marte](https://pt.wikipedia.org/wiki/Perdido_em_Marte) > . Acesso em: 16 de março. 2025.

ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998.

## ANEXOS

## ANEXO 1 TCLE



Pós-Graduação em **Astronomia**  
MESTRADO PROFISSIONAL  
UEFS



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E  
ESCLARECIDO PARA O (A) ALUNO (A): GILVAN GOMES  
DOS SANTOS

Você aluno (a) está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), de uma atividade de pesquisa do

Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Mestrado Profissional, da  
Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS.

O título da Pesquisa é “UM ESTUDO SOBRE A ATMOSFERA DE PLANETAS  
ROCHOSOS: uma contribuição para o letramento científico de estudantes do 1º Ano  
do Ensino Médio” e tem como objetivo produzir o trabalho de conclusão de curso do  
mestrando/pesquisador Gilvan Gomes dos Santos.

Os resultados desta pesquisa e imagem do(a) aluno(a), poderão ser publicados e/ou  
apresentados em encontros e congressos sobre Ensino e Astronomia. As informações  
obtidas por meio dos relatos (anotações, questionários ou entrevistas) serão  
confidenciais e asseguramos sigilo sobre sua identidade. Os dados serão publicados  
de forma que não seja possível a sua identificação.

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento, bem como  
a participação nas atividades da pesquisa. Em caso de dúvida sobre a pesquisa você  
poderá entrar em contato com o pesquisador responsável.

PARA OS PAIS OU RESPONSÁVEIS:

Após ler com atenção este documento e ser esclarecido(a) de quaisquer dúvidas,  
caso aceite a participação da criança ou adolescente na pesquisa, preencha o  
parágrafo abaixo e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma  
delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Eu, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, responsável pelo(a)

aluno(a)

\_\_\_\_\_, nascido(a) em

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/

\_\_\_\_\_, autorizo a participação do(a) aluno(a) na pesquisa, e permito gratuitamente, Gilvan Gomes dos Santos, responsável pela pesquisa, o uso da imagem do(a) referido(a) aluno(a), em trabalhos acadêmicos e científicos, bem como autorizo o uso ético da publicação dos relatos provenientes deste trabalho. Declaro que recebi uma cópia do presente Termo de Consentimento. Por ser verdade, dato e assino em duas vias de igual teor.

\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2024

Assinatura do responsável pelo(a) aluno(a)

Contatos: Orientador (a) a Responsável: Prof. Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro (DFIS)

E-mails: < calr@uefs.br e gilvangomes21@gmail.com>

Telefone: (75)

31618289. Endereço: Av. Transnordestina, S/N. Bairro Novo Horizonte. CEP:

44036-900. Feira de Santana Bahia. Assinaturas: \_\_\_\_\_(Orientador

(a): Prof. Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro

\_\_\_\_\_(Discente: Prof.: Gilvan Gomes dos Santos