



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



**MARCIA NOGUEIRA MELO DA ROSA**

**ENSINO DE ASTROBIOLOGIA A PARTIR DA BIOSFERA  
TERRESTRE EM COMPARAÇÃO COM A COMPOSIÇÃO  
QUÍMICA DOS PRINCIPAIS SATÉLITES NATURAIS DE JÚPITER**

**FEIRA DE SANTANA  
2022**

**MARCIA NOGUEIRA MELO DA ROSA**

**ENSINO DE ASTROBIOLOGIA A PARTIR DA BIOSFERA  
TERRESTRE EM COMPARAÇÃO COM A COMPOSIÇÃO  
QUÍMICA DOS PRINCIPAIS SATÉLITES NATURAIS DE JÚPITER**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Astronomia – Mestrado Profissional, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Astronomia.

**Orientador: Prof. Dr. Mirco Ragni**

**FEIRA DE SANTANA**

**2022**

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

Rosa, Marcia Nogueira Melo da  
R695e Ensino de Astrobiologia a partir da biosfera terrestre em comparação  
com a composição química dos principais satélites naturais de Júpiter/ Marcia  
Nogueira Melo da Rosa. - 2022.  
2v.(105f.): il.

Orientador: Mirco Ragni

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Feira de  
Santana. Programa de Pós-Graduação em Astronomia, 2022.

1. Astronomia. 2. Livro pop-up. 3. Sequência didática. 4. Química  
prebiótica. I. Ragni, Mirco, orient. II. Universidade Estadual de Feira de  
Santana. III. Título.

CDU: 521/525(07)

Rejane Maria Rosa Ribeiro – Bibliotecária CRB-5/695



<b>ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO</b>				
<b>CANDIDATO (A):</b> MARCIA NOGUEIRA MELO DA ROSA <b>DATA DA DEFESA:</b> 19 de fevereiro de 2022 <b>LOCAL:</b> Via Google Meet. Link <a href="https://meet.google.com/fhn-dxgi-kne">meet.google.com/fhn-dxgi-kne</a> <b>HORÁRIO DE INÍCIO:</b> 14h00m				
MEMBROS DA BANCA		FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO,	CPF			
MIRCO RAGNI	752.912.581-87	Presidente	DR	DFIS - UEFS
NAZARENO GETTER FERREIRA DE MEDEIROS	297.343.393-20	Membro Interno	DR	DFIS - UEFS
NILDON CARLOS SANTOS PITOMBO	071.817.015-68	Membro Externo	ME	DEDU - UEFS
<b>TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO*:</b> ENSINO DE ASTROBIOLOGIA A PARTIR DA BIOSFERA TERRESTRE EM COMPARAÇÃO COM A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS PRINCIPAIS SATÉLITES NATURAIS DE JÚPITER *Anexo: produto(s) educacional(is) gerado(s) neste trabalho.				
Em sessão pública, após exposição de 42 min, a candidata foi arguida oralmente pelos membros da banca, durante o período de 47 min. A banca chegou ao seguinte resultado**:  <input checked="" type="checkbox"/> APROVADA <input type="checkbox"/> INSUFICIENTE <input type="checkbox"/> REPROVADA  ** Recomendações <sup>1</sup> : a banca aprova a dissertação desde que sejam realizadas as correções indicadas e relatadas nos pareceres.				
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, 19 de fevereiro de 2022				
Presidente:	<i>Mirco Ragni</i>			
Membro 1:	<i>Nazareno</i>			
Membro 2:	<i>Nildon Carlos Santos Pitombo</i>			
Candidata:	<i>Marcia Nogueira Melo da Rosa</i>			
Coordenador do PGAstro:	<i>PERPoff</i>			

<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:  
PRODUTOS EDUCACIONAIS GERADAS NO TRABALHO FINAL DE CURSO**

**CANDIDATO (A):** MARCIA NOGUEIRA MELO DA ROSA

**DATA DA DEFESA:** 19 de fevereiro de 2022    **LOCAL:** Via Google Meet. Link [meet.google.com/flm-dxgi-knc](https://meet.google.com/flm-dxgi-knc)

**HORÁRIO DE INÍCIO:** 14h10m

1. Sequência Didática **Comparação dos fatores abióticos da biosfera terrestre com os principais satélites naturais de Júpiter**
2. Livro Pop-Up **Você sobreviveria nos satélites naturais de Júpiter? Embarque conosco em uma viagem espacial pop-up**

Feira de Santana, 19 de fevereiro de 2022.

Presidente:	<i>Marcia Rogni</i>
Membro 1:	<i>Nafredius</i>
Membro 2:	<i>Milda Carlos Santos Ribeiro</i>
Candidata:	<i>Marcia Nogueira Melo da Rosa</i>
Coordenador do PGAstro:	<i>PERPOFF</i>

À minha família, pelas orações  
pedindo a Deus que me concedesse sabedoria  
na concretização desta pesquisa.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu amado e querido Deus, por ter me dado sabedoria e força nos momentos mais difíceis.

Ao meu orientador Dr. Mirco Ragni pelas orientações e principalmente, pela paciência e compreensão diante das dificuldades que surgiram ao longo da pesquisa.

Aos meus filhos, Sara e Micael, que incessantemente pediam a Deus o dom da sabedoria para mim.

Ao meu esposo, Dilson, pela paciência e compreensão.

Á minha irmã, Dione, por toda ajuda e dedicação em cuidar dos meus filhos.

Ao meu amigo e colega Prof. Ms. Rafael Longinhos pelas orientações e palavras de incentivo.

Aos meus queridos amigos, prof. Dr. Paulo Poppe e prof.<sup>a</sup> Dra. Vera Martin, pelo carinho e incentivo em prosseguir com a pesquisa.

Á amiga Mara Lúcia, pelas inúmeras vezes que me ajudou e incentivou a não desistir.

Á amiga Samara, pelas sugestões apresentadas na estrutura do texto.

Aos meus colegas da 7<sup>a</sup> turma, pela acolhida e formação de novos vínculos de amizade.

Á todos os professores do MPAstro, que contribuíram para o meu aperfeiçoamento profissional.

“ Educação não transforma o mundo.

Educação muda as pessoas.

Pessoas transformam o mundo”

**Paulo Freire**

## RESUMO

O presente trabalho discorre a respeito de como a Astrobiologia, uma área de estudo que agrega conhecimentos da Biologia com os da Astronomia, pode servir como tema transversal na disciplina de Ciências no Ensino Fundamental. A inserção da Astrobiologia na Educação Básica é uma proposta que busca despertar no docente o papel de mediador do conhecimento por meio da investigação científica. Assim, o objetivo desta investigação consistiu em demonstrar que é possível o ensino de Astrobiologia, a partir dos fatores abióticos terrestres em comparação com os principais satélites de Júpiter. O trabalho de pesquisa foi delineado para ser aplicado no 6º ano do Ensino Fundamental da Educação Básica. No decorrer do estudo, percebeu-se que as linhas de pesquisa da Astrobiologia poderiam ser veiculadas dentro das unidades temáticas preconizadas pela BNCC. Desta forma abordar Astrobiologia nas aulas de Ciências é tornar o ensino mais dinâmico e atrativo por se tratar de um campo de pesquisa que desperta o interesse e a imaginação. Os produtos educacionais vinculados a esse estudo foram a produção de uma Sequência Didática e um Livro *Pop-Up*. Devido a pandemia do Covid-19, os produtos educacionais não foram aplicados na unidade escolar. Espera-se que este estudo sirva de embasamento e motivação para os docentes agregarem em seu planejamento pedagógico a Astrobiologia. Faz-se necessário uma maior difusão da Astrobiologia nas unidades escolares, por ser uma ciência que oferece onze áreas temáticas que podem ser implementadas de forma interdisciplinar.

**Palavras-chave:** Astronomia, Livro *Pop-Up*, Sequência Didática, Química prebiótica.

## ABSTRACT

The present work discusses how Astrobiology, an area of study that combines knowledge of Biology with that of Astronomy, can serve as a transversal theme in the discipline of Science in Elementary School. The insertion of Astrobiology in Basic Education is a proposal that seeks to awaken in the teacher the role of mediator of knowledge through scientific investigation. Thus, the objective of this investigation was to demonstrate that it is possible to teach Astrobiology, based on terrestrial abiotic factors in comparison with the main satellites of Jupiter. The research work was designed to be applied in the 6th year of Elementary School of Basic Education. During the study, it was noticed that the lines of research in Astrobiology could be conveyed within the thematic units recommended by the BNCC. In this way approaching Astrobiology in Science classes is to make teaching more dynamic and attractive because it is a field of research that arouses interest and imagination. The educational products linked to this study were the production of a Didactic Sequence and a *Pop-Up* Book. Due to the Covid-19 pandemic, educational products were not applied in the school unit. It is hoped that this study will serve as a basis and motivation for teachers to add Astrobiology to their pedagogical planning. It is necessary a greater diffusion of Astrobiology in school units, as it is a science that offers eleven thematic areas that can be implemented in an interdisciplinary way.

**Keyword:** Astronomy, Pop-up book, Didactic sequence, Prebiotic chemistry.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01</b>	-	Formação de estromatólito.....	<b>23</b>
<b>Figura 02</b>	-	Estromatólitos do Proterozóico.....	<b>24</b>
<b>Figura 03</b>	-	Fluxo de energia unidirecional.....	<b>26</b>
<b>Figura 04</b>	-	Características físico-químicas de Júpiter e da Terra.....	<b>30</b>
<b>Figura 05</b>	-	Júpiter e seus principais satélites naturais.....	<b>31</b>
<b>Figura 06</b>	-	Imagem de Io captada pela sonda espacial Galileo.....	<b>32</b>
<b>Figura 07</b>	-	Imagem do satélite natural Europa.....	<b>33</b>
<b>Figura 08</b>	-	Imagem de Ganímedes.....	<b>34</b>
<b>Figura 09</b>	-	Imagem de Calisto obtida pela sonda Galileo.....	<b>34</b>
<b>Figura 10</b>	-	Imagem das crateras de Calisto registrada pela sonda Galileo.....	<b>35</b>
<b>Figura 11</b>	-	Região do espaço considerada Zona Habitável.....	<b>39</b>
<b>Figura 12</b>	-	Áreas do conhecimento e seus respectivos componentes curriculares .....	<b>46</b>
<b>Figura 13</b>	-	Mapa conceitual contextualizando a Astrobiologia com a área de Ciências da Natureza.....	<b>54</b>
<b>Figura 14</b>	-	Volvelle de Matthew Paris.....	<b>57</b>
<b>Figura 15</b>	-	Volvelle de Ramon Llull.....	<b>58</b>
<b>Figura 16</b>	-	A volvella da lua usado no Zodíaco, século XV.....	<b>58</b>
<b>Figura 17</b>	-	Um volvella do livro <i>Astronomicum Caesareum</i> .....	<b>58</b>
<b>Figura 18</b>	-	Um peça móvel do livro <i>Calendarium</i> .....	<b>59</b>
<b>Figura 19</b>	-	<i>Catoptrum microcosmicum</i> .....	<b>59</b>
<b>Figura 20</b>	-	<i>Pop-up</i> no livro Pinocchio.....	<b>60</b>
<b>Figura 21</b>	-	Interior do livro de Pinocchio.....	<b>60</b>
<b>Figura 22</b>	-	A capa e o interior do livro <i>pop-up Astronauts on the Moon</i> .....	<b>60</b>
<b>Figura 23</b>	-	Esquematização sobre a diferença entre informação e conhecimento.....	<b>64</b>
<b>Figura 24</b>	-	Lingueta usada para mover uma peça móvel.....	<b>68</b>
<b>Figura 25</b>	-	Peça <i>pop-up</i> giratória.....	<b>68</b>
<b>Figura 26</b>	-	Modelos de peças <i>pop-up</i> .....	<b>69</b>
<b>Figura 27</b>	-	Materiais utilizados para confecção das peças <i>pop-up</i> ...	<b>69</b>

<b>Figura 28</b>	-	Desenhos das peças <i>pop-up</i> com as medidas em centímetros.....	<b>70</b>
<b>Figura 29</b>	-	Uma das páginas do livro com as peças <i>pop-up</i> .....	<b>71</b>
<b>Figura 30</b>	-	Página retratando o Observatório Antares.....	<b>71</b>
<b>Figura 31</b>	-	Livro montado com todas as peças <i>pop-up</i> .....	<b>72</b>
<b>Figura 32</b>	-	Montagem das peças no Publisher.....	<b>73</b>
<b>Figura 33</b>	-	Diagramação da casa montada no livro.....	<b>74</b>
<b>Figura 34</b>	-	Representação de um foguete.....	<b>74</b>
<b>Figura 35</b>	-	Capa do livro.....	<b>75</b>
<b>Figura 36</b>	-	Uma das páginas do livro abordando sobre Júpiter.....	<b>75</b>
<b>Figura 37</b>	-	Última página do livro Você sobreviveria nos satélites naturais de Júpiter.....	<b>76</b>
<b>Figura 38</b>	-	Modelo cascata.....	<b>77</b>
<b>Figura 39</b>	-	Etapas da sequência didática.....	<b>79</b>
<b>Figura 40</b>	-	Cruzadinha.....	<b>85</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01</b>	- Características analisadas nos planetas terrestres e jovianos.....	<b>30</b>
<b>Quadro 02</b>	- Escala de plausibilidade de vida de Irwin e Schulze-Makuch.....	<b>36</b>
<b>Quadro 03</b>	- Competências gerais para a Educação Básica elencadas pela BNCC.....	<b>44</b>
<b>Quadro 04</b>	- Objetos do conhecimento para a unidade temática Terra e Universo.....	<b>49</b>
<b>Quadro 05</b>	- Unidades temáticas e seus respectivos objetos do conhecimento para o 6º ano do Ensino Fundamental.....	<b>50</b>
<b>Quadro 06</b>	- Unidades temáticas e seus respectivos objetos do conhecimento para o 7º ano do Ensino Fundamental.....	<b>52</b>
<b>Quadro 07</b>	- Objetivos a serem alcançados com a SD.....	<b>78</b>
<b>Quadro 08</b>	- Análise da existência dos fatores abióticos e bióticos.....	<b>82</b>
<b>Quadro 09</b>	- Roteiros turísticos sugeridos como atividade da SD.....	<b>82</b>
<b>Quadro 10</b>	- Perguntas elaboradas para a cruzadinha.....	<b>84</b>

## LISTA DE SIGLAS

<b>BNCC</b>	Base Nacional Comum Curricular
<b>CIEAC</b>	Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand
<b>CNE</b>	Conselho Nacional de Educação
<b>NASA</b>	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
<b>PCN</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais
<b>SD</b>	Sequência didática

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	22
2.1 Biosfera terrestre e as condições abióticas para a manutenção da vida na Terra.....	22
2.1.1 Biosfera da Terra e os primeiros seres vivos .....	22
2.1.2 Condições abióticas para a manutenção da vida na Terra.....	25
2.2 Júpiter e seus principais satélites naturais.....	29
2.2.1 Júpiter.....	29
2.2.2 Principais satélites naturais de Júpiter .....	31
2.3 Habitabilidade planetária .....	37
2.4 Astrobiologia: contextualização histórica .....	41
2.5 Astrobiologia na Educação Fundamental em conformidade com a BNCC .....	43
2.5.1 A BNCC na Educação Básica.....	43
2.5.2 Inserção da Astrobiologia no ensino da disciplina de Ciências, em conformidade com a BNCC .....	47
<b>3 ESTRATÉGIAS DE ABORDAGEM DA ASTROBIOLOGIA EM CIÊNCIAS</b> .....	56
3.1 Livro <i>pop-up</i> - uma possibilidade lúdica .....	56
3.2 Sequência Didática (SD).....	62
3.2.1 Aprendizagem Significativa.....	63
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	65
4.1 Classificação da pesquisa .....	66
4.2 Descrição dos produtos educacionais.....	67
4.2.1 Livro <i>pop-up</i> .....	67
4.2.2 Sequência Didática .....	77
<b>5 RESULTADOS</b> .....	86
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	89
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	91
<b>APÊNDICES</b> .....	98
Apêndice A - Sequência Didática .....	98
Apêndice B - Gabarito da cruzadinha .....	105

## 1 INTRODUÇÃO

O céu noturno aguça a curiosidade e o interesse das pessoas na busca por compreender o que é observado, quer seja a olho nu ou com auxílio de um telescópio. No entanto, a percepção do céu noturno vai passando despercebida devido a vida agitada das pessoas, a poluição luminosa e por outras atividades que são mais atrativas do que olhar o céu.

Contemplar o céu noturno é um hábito que pode ser estimulado entre as pessoas em virtude de sua beleza e dos questionamentos que surgem a partir de observações de fenômenos como fases da lua, o movimento aparente do Sol, o brilho e forma das estrelas e “as estrelas cadentes”. Olhar o céu remete a determinados questionamentos como: “estamos sozinhos no Universo?”, “existe vida em outros planetas?”, “qual a origem da vida?” e “qual o papel da Astronomia?”.

A Astronomia é a ciência que estuda os corpos celestes e os fenômenos relacionados a eles. É uma área de pesquisa que investiga a origem do Universo e a formação dos astros que o compõe (SOARES, 2016).

Considerada a mais antiga das Ciências, a Astronomia causa fascínio em crianças, jovens e adultos ao observar a olho nu as estrelas e os demais corpos celestes. Este marco histórico gerou provavelmente junto com as questões relacionadas ao comércio, o embrião do que hoje chamamos de ciência. A busca pelo conhecimento das regras que governam o Cosmos sempre foi muito forte na espécie humana e foi se ampliando, geração após geração, por meio de especulações sobre a origem e a estrutura do universo (JUNIOR *et al.*, 2017). Ainda mais, desde a antiguidade, o céu vem sendo usado como mapa, calendário e relógio (OLIVEIRA e SARAIVA, 2016).

Os primeiros registros escritos sobre os astros foram realizados por volta de 3.000 a.C. pelos chineses, babilônios, assírios e egípcios (DARROZ *et al.*, 2011). Esses registros visavam auxiliar a espécie humana a prever efeitos cíclicos para o estabelecimento da melhor época para o plantio e a colheita. Com relação a esse último aspecto é possível perceber que a interação entre os conhecimentos da Astronomia e Biologia fomentou os primeiros indícios para o surgimento da Astrobiologia embora de forma ainda não científica, mas apenas para fins agrícolas. Convém enfatizar que a temática Astrobiologia será

retomada posteriormente, em outros parágrafos, por ser o objeto de estudo da pesquisa.

A Astronomia envolve uma combinação de ciência, tecnologia e cultura, além de ser considerada uma ferramenta capaz de despertar o interesse em Ciências da Natureza tais como Física, Química, Biologia e da Matemática, inspirando os jovens às carreiras científicas e tecnológicas (SANTOS, 2014).

A aprendizagem da Astronomia pode acontecer em âmbitos diversos como por exemplo, na educação formal, informal e não formal, a exemplo das atividades chamadas de popularização da ciência realizadas voluntariamente por clubes e observatórios astronômicos cujos beneficiários são membros da comunidade onde estão inseridos (LANGHI, 2009).

Do ponto de vista do ensino formal, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) sugerem como objetivos no Ensino Fundamental que os alunos sejam capazes de questionar a realidade, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, além de utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos (BRASIL, 1998).

Os PCN também preconizam para o Ensino Fundamental o bloco temático Terra e o Universo, enfatizando que o Universo, sua forma, seu tamanho, seus componentes, sua origem e sua evolução são temas que atraem os alunos de todos os níveis de ensino. Por outro lado, a compreensão do Universo como todo, leva os discentes a um novo significado dos limites do espaço e do tempo e de nossa existência no Cosmo (BRASIL, 1998).

A referência aos PCN, neste trabalho, objetiva demonstrar que o incentivo para o estudo do Universo já acontecia mesmo antes da implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Com a regulamentação da BNCC, os PCN continua sendo apenas um material consultivo para o docente, mas sem teor normativo para nortear os conteúdos a serem trabalhados no Ensino Fundamental e Médio.

A BNCC reforça a importância da unidade temática Terra e Universo, tornando obrigatória ao longo de toda a Educação Básica. A proposta da BNCC é fomentar o ensino da Astronomia por meio da compreensão das características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes, bem como os movimentos e forças que atuam entre eles.

A inserção de temáticas relacionadas à Astronomia, na disciplina de Ciências, é observada nos objetos do conhecimento referentes a unidade temática Terra e Universo. Para o 6º ano do ensino fundamental, a BNCC preconiza na unidade temática Terra e Universo, o estudo da forma, estrutura e movimentos da Terra. O ensino da Astronomia torna-se evidente para os discentes e docentes nos anos finais do Ensino Fundamental e também no Ensino Médio. Para corroborar com essa observação, os objetos do conhecimento para o 9º ano do Ensino Fundamental, segundo a BNCC, são (BRASIL, 2017):

- Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo;
- Astronomia e cultura;
- Vida humana fora da Terra;
- Ordem de grandeza astronômica;
- Evolução estelar.

É perceptível que o estudo da Astronomia no Ensino Fundamental já é garantido pela BNCC e representa uma forma de divulgar e destacar a sua importância, por ser uma ciência que possibilita ampliar a observação do céu, estimular a compreensão dos fenômenos relacionados a Terra, Sol e Lua, além de propor a elaboração de uma concepção do Universo.

Por quanto exposto anteriormente, e também pelo fato da BNCC prever que o estudo da Astronomia seja presente inclusive no Ensino Médio, torna-se importante o planejamento das aulas a fim de trabalhar com os discentes de forma eficiente, possibilitando desta forma uma aprendizagem significativa dos conteúdos relacionados com a temática.

Como exemplo podemos considerar as temáticas Astronomia, Astrobiologia e Ecologia como linha de discussão que mantenha a atenção do estudante diante da explanação em sala aula de questões ambientais muito importantes nos dias de hoje. O entrelaçamento entre estas áreas do conhecimento exige do docente uma visão interdisciplinar e desafiadora na forma de inserir temáticas pertinentes a Astrobiologia, Astronomia e Ecologia aos conteúdos pertinentes a sua disciplina.

Outro aspecto a ser exemplificado, é considerar a importância da comparação entre os planetas e os satélites naturais do Sistema Solar como

uma forma de revelar as diferentes características entre eles, focando as aulas nas diferenças que tornam a Terra o único astro habitável do Sistema. Ainda seguindo esta linha, é possível discutir a importância da presença de água em estado líquido e de uma atmosfera moderadamente oxidante, deixando clara assim a importância da preservação e do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 1998).

A abordagem da Astronomia, preconizada pela BNCC, quer seja no Ensino Fundamental ou Médio, traz uma perspectiva de contemplar temas que antes eram negligenciados ou até mesmo excluídos dos planejamentos de aula de muitos docentes. A Astrobiologia é uma das áreas de pesquisa da Astronomia que vem despertando interesse da comunidade científica e não-científica.

Astrobiologia é uma área de pesquisa que surge como o estudo das origens, evolução, distribuição e futuro da vida no Universo; tarefa que exige por parte dos cientistas envolvidos o conhecimento de conceitos fundamentais a respeito da definição de vida e de ambientes habitáveis (SPINARDI, 2017). Tais conceitos são necessários para a identificação de biosferas potencialmente diferentes daquela mais comum no planeta Terra.

Vale ressaltar também que os cientistas que se ocupam da origem da vida enfrentam um conjunto de questões ideológicas frequentemente ligadas que pode ser chamado de extremismo religioso. Portanto, o docente ao discorrer sobre esta temática precisa deixar claro que não abordará uma verdade absoluta, mas sim a forma como a ciência consegue comprovar suas teorias por meio do conhecimento científico.

Embora a origem da vida seja abordada cientificamente nos livros didáticos mais acreditados, esta temática, junto com a possibilidade da existência de formas de vida em outros planetas, ainda desperta muitos questionamentos e inquietações com as explicações dadas pela ciência. Por isso são necessárias ações que permitam a um público mais amplo compreender os fatores que permitem a existência da vida em nosso planeta e ao próprio conceito que está atrás da palavra vida.

Estas ações devem contribuir significativamente para que, entre os outros, os discentes entendam o processo de surgimento e evolução da vida na Terra, possibilitando uma reflexão sobre a natureza do Universo e sobre o fato que as

teorias científicas não entram em conflito algum com as diversas crenças religiosas.

O estudo da Astrobiologia não se limita apenas à procura de vida fora da Terra, mas também compreender os processos metabólicos/energéticos não convencionais que animam os cenários de ambientes extremos e que são de relevância para a compreensão das condições de habitabilidade no nosso planeta. Pulschen (2016) enfatiza que a compreensão destes processos é fundamental também na busca de vida extraterrestre.

A busca por explicações que permitam entender como é possível a presença de vida em ambientes inóspitos e como se mantém, estimula a curiosidade e as discussões de um público amplo em torno de questões veiculadas nos meios midiáticos, referentes à existência de vida em outros planetas. No entanto, a abordagem em sala de aula restringe a exposição dos fatos apenas ao tema, apresentado pelo livro didático, relacionado com a origem da vida no nosso planeta e que na maioria das vezes, é inclusive discutido de forma superficial pelo docente, sem levar os discentes a uma reflexão sobre a hipótese de existência de vida em outros planetas e quais ferramentas utilizam os cientistas para buscá-la.

A situação acima descrita não contrasta, ou até favorece, a propagação entre a população de erros conceituais que contribuem para uma visão distorcida dos fenômenos relativos a possibilidades de vida extraterrestre. Exemplos disso são a confusão frequente entre Astronomia e astrologia, o terraplanismo e o fato que os extraterrestres seriam todos verdes.

Reverter a tendência da população mundial de regredir ao período das crenças típicas da época medieval, não é possível somente com o esforço dos docentes do Ensino Fundamental e Médio (ou equivalentes). Uma das ferramentas que podem auxiliar os educadores, além de uma boa preparação, é ter à disposição *kits* didáticos que permitam interligar teoria e prática de forma que facilite uma melhor compreensão do assunto e que mostrem de forma incontrovertível a realidade dos fatos.

O desafio de guiar os discentes para a compreensão geral das verdades científicas e, em alguns casos, despertar a vocação para o trabalho de pesquisador, se torna, portanto, mais difícil que nas décadas passadas. Isso se deve a um retrocesso na forma de se posicionar diante dos resultados das

pesquisas científicas. Os posicionamentos contrários a ciência são feitos, muitas vezes, sem embasamento científico e propagados entre as pessoas, resultando em uma confusão por não saber discernir as comprovações científicas das falácias.

Para aceitar o desafio e fazer frente a esta situação, é crucial que os educadores tenham uma formação em diferentes áreas do conhecimento e respostas pertinentes a qualquer questionamento que possa surgir em sala de aula. Caso contrário, ou seja, respostas inadequadas a questionamentos sobre a validade das teorias científicas em favor de fatos/crenças como terraplanismo ou eficácia de previsões do futuro baseadas na leitura dos fundos do café, por exemplo, se tornarão terreno fértil para a volta do obscurantismo medieval.

É importante ressaltar que responder aos questionamentos em sala de aula não “estigmatiza” o docente como detentor do saber, apenas o coloca na condição de mediador do conhecimento. O papel do docente é indicar os caminhos traçados pela ciência na construção do conhecimento científico.

Fator decisivo na luta dos educadores contra a propagação de pensamentos que colocam em dúvida a credibilidade da ciência é a disponibilidade de experimentos factíveis em sala de aula e de rápida execução que comprovem, além de qualquer dúvida, a validade de fatos afirmados pela ciência. Assim, torna-se importante instigar nos discentes a compreensão de quais fatores viabilizam a existência de vida na Terra e como é possível validar as hipóteses acerca desses fatores, por meio dos estudos científicos.

A comparação das características da biosfera terrestre, com as características descritas na literatura sobre os principais satélites naturais de Júpiter servirá de embasamento para que os discentes construam hipóteses e busquem respostas sobre as possibilidades de existência de algum tipo de vida nestes satélites. O objetivo desta comparação é demonstrar para o docente possibilidades de abordagem da Astrobiologia no componente curricular Ciências do Ensino Fundamental.

Esta dissertação apresenta em sua organização textual a divisão em 6 capítulos. O primeiro capítulo discorre sobre a Astronomia e sua importância na concepção acerca dos fenômenos naturais e do Universo, tendo como aparato legal para sua inserção na educação básica a BNCC.

O segundo capítulo traz informações sobre a biosfera terrestre e as condições que possibilitam a vida tal como conhecemos na Terra, além das características dos principais satélites naturais de Júpiter. Neste capítulo, também apresenta questões pertinentes a Astrobiologia e suas possibilidades de inserção no Ensino Fundamental, especialmente para o 6º ano, em conformidade com os objetos do conhecimento estabelecidos pela BNCC.

O terceiro capítulo traz a sequência didática e o livro *pop-up* como duas estratégias para o ensino de Astrobiologia no Ensino Fundamental. No quarto capítulo o leitor encontrará informações sobre os aspectos metodológicos para o desenvolvimento da pesquisa.

O quinto capítulo traz os resultados obtidos com as investigações bibliográfica. Este capítulo faz menção as observações referentes aos materiais bibliográficos analisados e as contribuições dos produtos educacionais no processo de ensino-aprendizagem e das Ciências da Natureza.

O sexto capítulo apresenta as considerações finais acerca da pesquisa, apontando a viabilidade da inserção da Astrobiologia no Ensino Fundamental como uma estratégia para tornar as aulas de Ciências mais instigante e centrada no processo investigativo e reflexivo na compreensão dos fenômenos naturais e nos fatores que possibilitam a manutenção da vida na Terra.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Na primeira parte do presente capítulo, serão abordadas as condições abióticas que garantem a manutenção da vida na Terra. Na sequência, será realizada uma abordagem a respeito de Júpiter e seus principais satélites naturais, já que esta é a temática deste estudo. Os últimos tópicos em menção a Astrobiologia, por meio de uma contextualização histórica, e como esta ciência pode ser inserida no ensino da disciplina de Ciências do 6º ano do Ensino Fundamental.

### 2.1 Biosfera terrestre e as condições abióticas para a manutenção da vida na Terra

A biosfera terrestre apresenta condições abióticas que favorecem a manutenção da vida mesmo em condições consideradas extremas para a sobrevivência de determinados seres vivos. Assim, é pertinente elencar características físico-químicas que foram importantes para o surgimento e manutenção da vida em nosso planeta. Estas características também servem de embasamento para a busca de vida em outros planetas ou satélites naturais.

#### 2.1.1 Biosfera da Terra e os primeiros seres vivos

O vocábulo biosfera foi inserido na literatura em 1875 pelo geólogo austríaco Eduard Suess, tendo como definição o habitat dos seres vivos. No entanto, este conceito foi reformulado em 1926 pelo geoquímico Vladimir Vernadsky (MARGULIS e DORIAN, 2002). Assim, o conceito de biosfera tornou-se mais abrangente, sendo considerado como um sistema interligado por processos abióticos e bióticos.

A palavra biosfera provém do grego, tendo como significado etimológico esfera da vida. Biosfera expressa de forma sucinta todos os ecossistemas encontrados na Terra, incluindo as formas de interação da biota com a litosfera, hidrosfera, criosfera e atmosfera. A litosfera compreende a camada sólida da Terra, formada pelo solo e rochas. A camada de água que cobre a superfície terrestre é designada por hidrosfera, enquanto que a camada de gelo e neve é

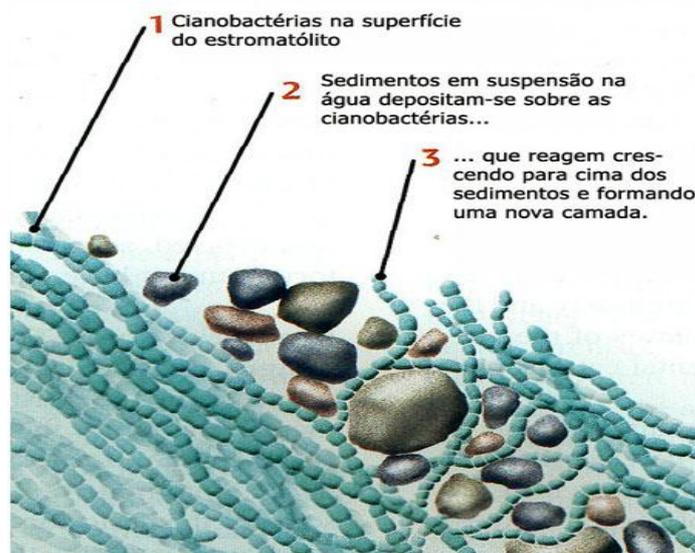
denominada criosfera. Na atmosfera temos a camada de gases que envolve o planeta Terra.

A existência da vida e sua manutenção na Terra depende das condições abióticas presentes na biosfera, pois cada ser vivo apresenta peculiaridade metabólica que permite a sobrevivência nos mais variados tipos de ambientes. Neste contexto é possível citar os extremófilos que são organismos encontrados em ambientes de condições extremas, ou seja, inóspito para a maioria dos seres vivos. Então, é possível inferir que os primeiros seres vivos encontrados na Terra possuíam características metabólicas que permitiram a sua sobrevivência na atmosfera primitiva.

De acordo com Lahr(2016), a composição da atmosfera primitiva apresentava uma quantidade de oxigênio muito baixa, em torno de 0,01% do volume total da atmosfera. Acredita-se que esta característica da atmosfera favoreceu o surgimento e a sobrevivência dos primeiros seres vivos fotossintetizantes na biosfera terrestre.

Os estudos científicos apontam os estromatólitos como a forma de vida conhecida mais antiga e como estes foram importantes na habitabilidade da Terra. A palavra estromatólito foi registrada na literatura pela primeira vez em 1908 por Kalkowsky, conforme os estudos de Fairchild e Sallun Filho (2004). Mas afinal, o que são os estromatólito para despertar o interesse de pesquisadores?

Figura 01- Formação de estromatólito.

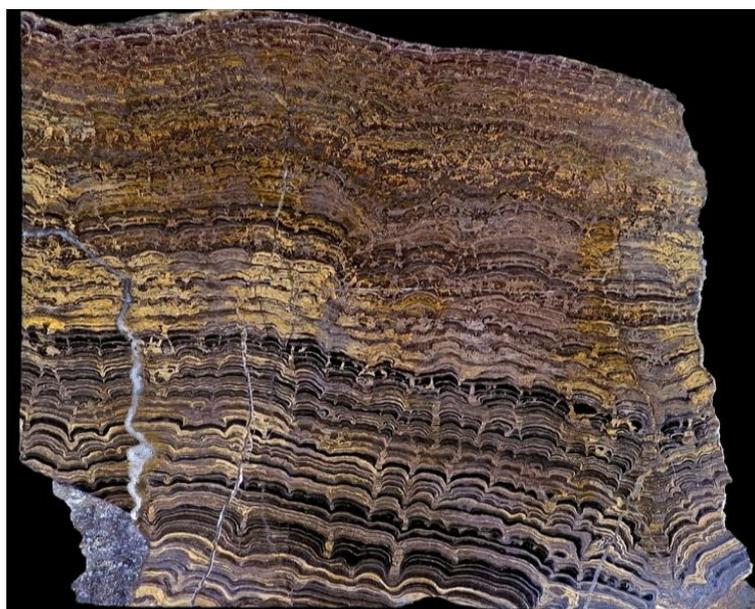


Fonte: [http://espacociencias.com.pt/site/?page\\_id=862](http://espacociencias.com.pt/site/?page_id=862), 2021.

Os primeiros fósseis de estromatólitos foram encontrados no noroeste da Austrália, região de Pildara, com datação de cerca de 3,5 bilhões de anos (MCGUINNES, 2021). A Fig.01 demonstra o processo de formação do estromatólito a partir de camadas alternadas de sedimentos e cianobactérias.

Os estromatólitos são rochas fósseis formadas por colônias de microrganismos fotossintetizantes denominados cianobactérias. Baseado em estudos feitos com os fósseis de estromatólitos encontrados em diversos lugares do nosso planeta, acredita-se que, provavelmente, as cianobactérias foram responsáveis pelo aumento do nível de oxigênio gasoso na atmosfera terrestre primitiva, garantindo desta forma a manutenção e evolução de vida (Fig. 02).

Figura 02- Estromatólitos do Proterozóico.



Fonte: <https://stringfixer.com/pt/Fossil>, (2021).

A Fig. 02 mostra que o fóssil de estromatólito apresenta uma sobreposição de camadas oriundas da junção entre sedimentos e biofilmes de microrganismo, cianobactérias, conforme os estudos científicos (LAHR, 2016). Segundo Sallun Filho *et al.* (2013), os estromatólitos ocorrem desde o Arqueano até hoje, mas foi no Proterozóico(2.500 a 1.000 milhões de anos atrás) que tornou-se mais abundante.

Em algumas regiões do Brasil foram registrados a ocorrências de estromatólitos, tendo como destaque a região de Nova Campina e Itapeva no sul

do Estado de São Paulo. Nessas regiões foram encontrados os primeiros fósseis pré-cambrianos descritos no Brasil e na América do Sul (SALLUN *et al.*, 2013).

Embora fossem descobertos os estromatólitos na Terra primitiva, as condições ambientais encontradas desfavoreciam a existência de uma diversidade de seres vivos assim como conhecemos. A atmosfera primitiva apresentava condições ambientais bem diferente da atual, apresentando chuvas de meteoritos, ausência de uma camada de ozônio, ausência de gás oxigênio, temperatura muito elevada, presença de gases como metano, gás carbônico, nitrogênio e amônia, além de cianetos e sulfetos (JARDIM, 2001). Estas características ambientais da atmosfera primitiva foram se modificando no decorrer do processo evolutivo.

As mudanças na atmosfera foram gradualmente surgindo, devido a presença dos organismos fotossintetizantes que contribuíram para o aumento do nível de oxigênio em 2% em aproximadamente 2 bilhões de anos (LAHR, 2016). No entanto, precisou de 1,5 bilhão de anos para que o oxigênio passasse de uma concentração restrita a traços para uma concentração atual de 21% (JARDIM, 2001).

Com as mudanças que foram ocorrendo na atmosfera, outros organismos começaram a surgir dando continuidade ao processo evolutivo de formação de novos seres vivos adaptados aos diferentes ambientes terrestre. É importante ressaltar que as mudanças não surgiram no “passe de mágica”, ou seja, são mudanças que se processaram ao longo de bilhões de anos na biosfera. Assim, os seres vivos atuais e os processos metabólicos que permitem sua sobrevivência é resultante de uma seleção natural que garantiu a perpetuação dos mais aptos as diferentes condições abióticas.

### 2.1.2 Condições abióticas para a manutenção da vida na Terra

A manutenção e evolução da vida na Terra ocorreu a medida que mudanças gradativas na superfície terrestre e na atmosfera foram acontecendo, tornando o ambiente propício ao surgimento das primeiras formas de vida.

As mudanças ou condições abióticas que surgiram estão relacionadas a disponibilidade de oxigênio, de água, temperatura, presença da camada de ozônio e outras. É importante destacar que tais alterações não surgiram

repentinamente, mas sim, foi um processo que levou bilhões de anos para tornar nosso planeta potencialmente habitável.

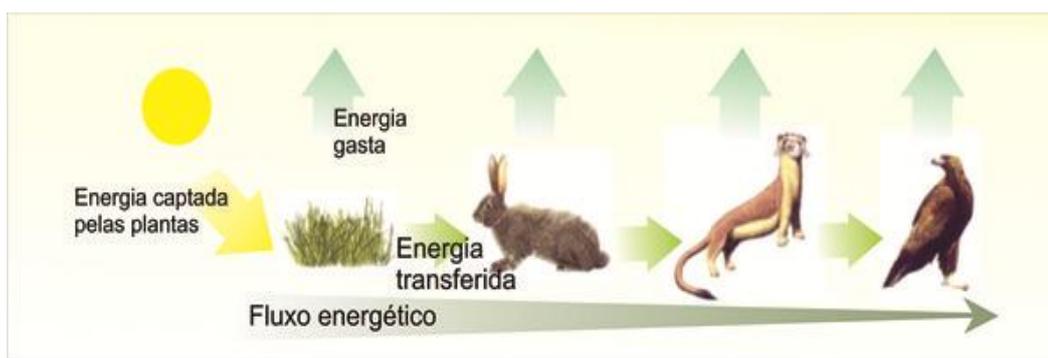
As condições abióticas que compõem a biosfera terrestre são imprescindíveis para a sobrevivência dos seres vivos e podem ser usadas como parâmetro para investigações científicas relacionadas a busca de vida fora da Terra. Considera-se as condições abióticas como um conjunto de fatores que compreendem aspectos químicos, físicos ou físico-químicos, tais como luz, temperatura, radiação solar, pressão, salinidade, água, disponibilidade de oxigênio, pH, umidade, chuva, entre outros.

Dentre estes fatores supracitados, a luz, o oxigênio e a água serão explicitados no intuito de relacionar a importância destes para a sobrevivência dos seres vivos na Terra, além de servirem de comparativo com as características abióticas encontradas em Júpiter e seus principais satélites naturais.

Será que Júpiter ou seus satélites naturais apresentam condições abióticas necessárias para a existência de vida, tal como a conhecemos no planeta Terra? Como já foram encontradas formas de vida em ambientes extremos, a exemplo dos extremófilos, portanto, não se pode descartar a hipótese de encontrar alguma forma vida fora da Terra (DUARTE *et al.*, 2016).

O Sol, nossa estrela do Sistema Solar, é a fonte de luz responsável pelas condições necessárias para a existência e manutenção da vida, pois a luz ao incidir na matéria se transforma em calor que aquece o planeta, além de permitir as transformações químicas que ocorrem no processo de fotossíntese realizado pelas plantas (BAGNATO e PRATAVIERA, 2015).

Figura 03- Fluxo de energia unidirecional.



Fonte: <http://educacao.globo.com/biologia/assunto/ecologia/energia-nos-cossistemas.html>, (2021).

No processo da fotossíntese a energia luminosa do Sol é absorvida pelos cloroplastos presentes nas folhas das plantas e transformada em outro tipo de energia que será utilizada por outros seres vivos.

A Fig. 03 demonstra como ocorre o fluxo de energia em uma simples cadeia alimentar. A sequência inicia com um produtor(planta) que absorve a radiação solar que chega a biosfera e a transforma em energia química, por meio da fotossíntese. Essa energia química vai diminuindo ao passar de um nível trófico para outro, conforme destacado pela diminuição da espessura da seta fluxo energético. Isso ocorre, porque ao se alimentar o ser vivo gasta energia na realização de diversas atividades, deixando uma quantidade menor para o seu predador.

A existência de uma estrela em nosso planeta torna essencial para a habitabilidade, pois garante a manutenção da temperatura na biosfera, promove a produção de biomassa por meio da fotossíntese, além de manter a água em estado líquido, permitindo assim que os seres vivos possam utilizá-la em seus processos metabólicos.

A presença de gás oxigênio é outra condição abiótica que merece destaque quando se propõem investigar a origem da vida em nosso planeta. Tal, importância refere-se as mudanças que ocorreram na biosfera com o aumento do nível de oxigênio na atmosfera terrestre.

A concentração de oxigênio encontrada na atmosfera terrestre, a 3,5 bilhões de anos, era muito baixa em relação à concentração atual. Provavelmente, organismos fotossintéticos por meio dos seus processos metabólicos, contribuíram na modificação das características químicas da atmosfera (LAHR, 2016).

A manutenção da concentração de gás oxigênio na Terra é garantida pelos organismos aeróbios que utilizam em seus processos metabólitos e, pelos organismos fotossintetizadores responsáveis por uma produção contínua deste gás. O equilíbrio do teor de oxigênio em nosso planeta favorece a manutenção da vida, pois um aumento ou diminuição da sua concentração comprometeria a sobrevivência dos seres vivos.

Pulschen (2016) afirma que o oxigênio é importante na maioria dos metabolismos realizados pelos seres vivos, sendo considerado como uma assinatura nítida de vida em nosso planeta. Bioassinatura é uma

marca/assinatura de atividade biológica que está acontecendo ou que já ocorreu e, podem se apresentar por meio de moléculas ou fósseis. As moléculas como  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $CH_4$  e  $N_2O$ ,  $CO_2$  e vapor de água são consideradas bioassinaturas para a Terra (GALANTE *et al.*, 2016).

Embora, determinadas moléculas(gases) sejam consideradas como bioassinaturas para investigações de vida fora da Terra, a evidência destas em um corpo celeste não significa que se originaram de atividades biológicas, pois pode ter sido sintetizadas de forma abiótica. Portanto é preciso conhecer os ciclos geológicos ou a química atmosférica para determinar que a presença de determinadas moléculas sejam realmente uma bioassinatura (RODRIGUES e SILVA, 2016).

Assim, como a presença de oxigênio livre na atmosfera é primordial para a existência de vida planetária, a água no estado líquido também é uma substância indispensável tanto no surgimento quanto na manutenção da vida em nosso planeta. Os animais e as plantas possuem uma quantidade de água que varia de 50 a 80%, o que comprova sua relevância para os seres vivos (TANAKA, 2019).

A água possui papel importante na vida dos seres vivos, devido as suas propriedades físicas e químicas que influenciam no desempenho das diversas funções metabólicas. Então, pode-se inferir que nenhuma atividade metabólica ocorre sem a participação direta ou indireta da água.

A água, por ser um solvente universal, torna-se fundamental em inúmeras reações bioquímicas que são imprescindíveis nos processos metabólicos dos seres vivos. Assim, a maioria das reações químicas nos seres vivos precisam de meio aquoso para ocorrer, o que faz da água um veículo de assimilação e eliminação de várias substâncias pelos organismos. No processo de fotossíntese, por exemplo, a água atua como reagente durante a reação química, em que as plantas ou algas utilizam a energia solar para quebrar a molécula de água.

A existência de água líquida é condicionada pela pressão atmosférica acima de 6 milibares e temperatura entre 0 e 100°C (QUILLFELDT, 2010). Nosso planeta apresenta as condições de pressão e temperatura ideais para manter a água no estado líquido, garantindo desta forma a habitabilidade terrestre nos diversos ecossistemas.

Diversas pesquisas astronômicas vêm sendo desenvolvidas em outros corpos celestes com o intuito de descobrir ambientes que possam abrigar alguma forma de vida. No entanto, um ambiente com as características da biosfera terrestre ainda não foi encontrado pelos pesquisadores. A Terra possui uma diversidade de ecossistemas que propiciam a existência das mais variadas formas de vida, dificilmente encontradas em outro planeta ou luas.

## 2.2 Júpiter e seus principais satélites naturais

Discorrer sobre Júpiter parece algo corriqueiro, diante de tantos escritos que já expuseram suas características morfológicas e físico-químicas. No entanto, faz-se necessário apontar algumas peculiaridades sobre este gigante gasoso, como também é conhecido Júpiter, para nortear o leitor em relação as condições abióticas encontrados neste planeta e seus principais satélites naturais.

### 2.2.1 Júpiter

Conhecer as condições abióticas de um corpo celeste servem para subsidiar hipóteses referentes às possibilidades de existência de algum tipo de vida. As investigações científicas são feitas tendo como parâmetro as condições abióticas encontradas em nosso planeta, tais como a existência de oxigênio, de atmosfera, de uma superfície sólida, água no estado líquido e outras.

O Sistema Solar é composto por uma estrela, Sol, pelos oito planetas divididos em terrestres ou telúricos e jovianos, pelos planetas anões, asteróides, satélites naturais e pelos cometas. Os planetas terrestres compreendem Mercúrio, Vênus, Terra e Marte e os planetas jovianos são Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

A classificação dos planetas em terrestre e joviano foi realizada tomando como parâmetro algumas características, conforme o Quadro 01. Algumas destas características são levadas em consideração quando se busca por vida fora da Terra como, por exemplo, composição química, a presença de água no estado líquido, a distância em relação ao Sol, entre outras.

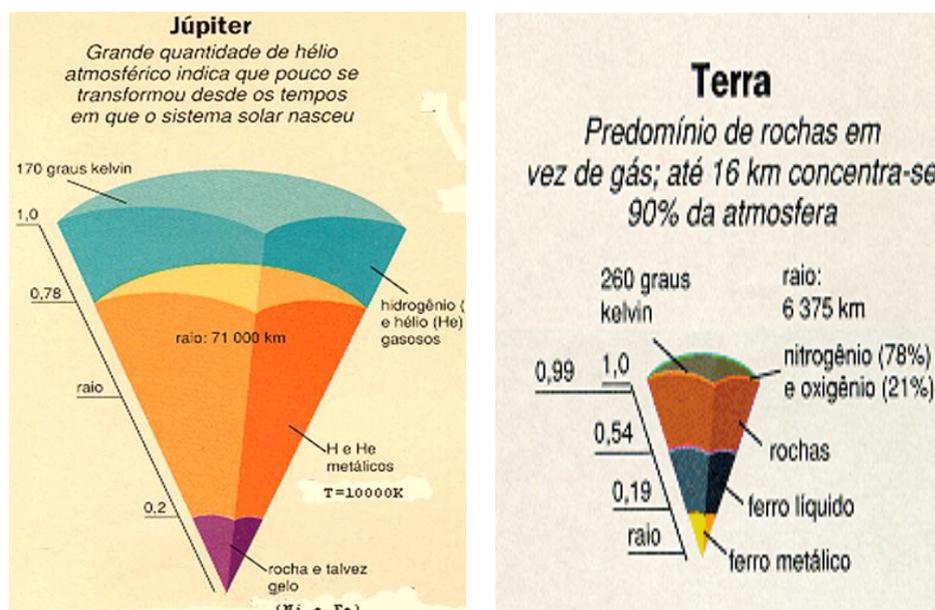
Quadro 01- Características analisadas nos planetas terrestres e jovianos.

Características	Terrestres	Jovianos
Massa	pequena ( $\leq 1M_{\oplus}$ )	grande ( $\geq 14M_{\oplus}$ )
Tamanho	pequeno	grande
Densidade	grande ( $\approx 5 \text{ g cm}^{-3}$ )	pequena ( $\approx 1 \text{ g cm}^{-3}$ )
Distância ao Sol	pequena	grande
Composição Química	rochas e metais pesados silicatos, óxidos, Ni, Fe	elementos leves H, He, água, CO <sub>2</sub> , metano, amônia
N.º de satélites	poucos ou nenhum	muitos

Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/planetas/planetas.htm> (2021).

Conforme o Quadro 01, os planetas jovianos são formado basicamente por gases, o que difere dos terrestre que possui uma superfície rochosa. Ao observar a Fig.04, é possível verificar que Júpiter e a Terra apresentam características físico-químicas diferentes quanto a composição gasosa, temperatura, raio e estrutura interna.

Figura 04- Características físico-químicas de Júpiter e da Terra.

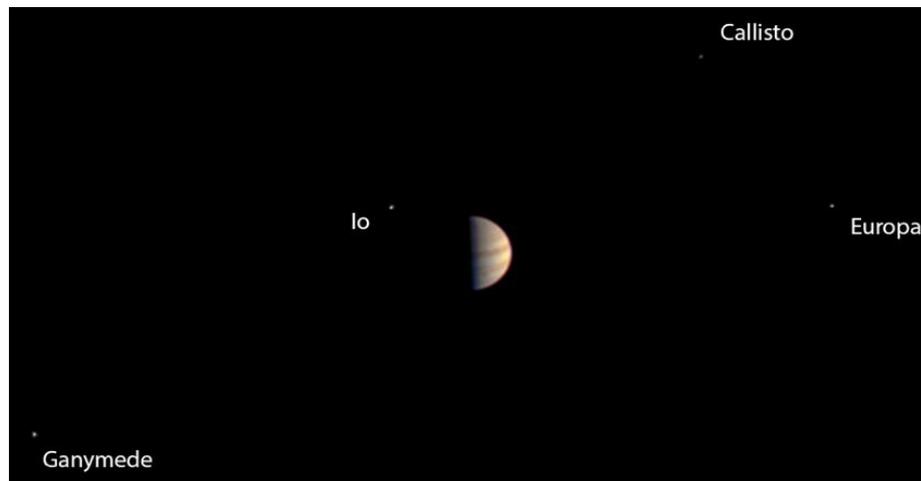


Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/planetas/planetas.htm>.(2021)

Entre os oito planetas do Sistema Solar, Júpiter é o maior tanto em massa quanto em diâmetro. Galileu foi o pioneiro, no início do século XVII, a observar Júpiter e descobrir que alinhado a este existiam quatro pontos brilhantes reconhecidos posteriormente, como os quatro satélites de Júpiter (CUZINATTO,

2014). Estes satélites receberam a denominação de Io, Europa, Calisto e Ganímedes (Fig.05).

Figura 05- Júpiter e seus principais satélites naturais.



Fonte: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS, 2016.

Júpiter, um dos gigantes gasosos do Sistema Solar, é formado principalmente por hidrogênio e hélio, além de pequenas quantidades de amônia, metano e vapor d'água.

A ausência de uma crosta sólida definida visível e a presença de uma Grande Mancha Vermelha são características relevantes de Júpiter (SOBRINHO, 2012). É improvável encontrar qualquer forma de vida em Júpiter, devido às suas características morfológicas e físico-químicas. Dentre as características de Júpiter, ressaltamos uma temperatura média de  $-108^{\circ}\text{C}$  na superfície, ausência de oxigênio e de água líquida e, de uma crosta sólida como a encontrada na Terra.

### 2.2.2 Principais satélites naturais de Júpiter

Os principais satélites de Júpiter apresentam peculiaridades distintas quanto a suas características físico-químicas e morfológica. Desta forma, convém descrever algumas características pertinentes a cada satélite, que norteiam as hipóteses levantadas pelos pesquisadores sobre as possibilidades de encontrar alguma forma de vida, tal como a conhecemos na Terra.

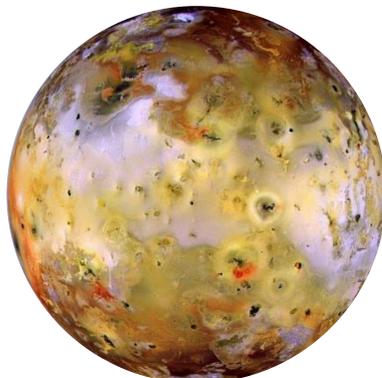
Júpiter possui cerca de 79 satélites já confirmados, no entanto, a ênfase dada neste estudo será os quatro principais satélites: Io, Europa, Ganímedes e Calisto. A imagem de cada satélite será apresentada no decorrer da explanação, no entanto, é preciso salientar que as imagens podem ser representações em cores falsas, ou seja, não condiz com a cor real do satélite natural de Júpiter. Isso ocorre devido ao processo de combinação de bandas espectrais ou filtros que busca criar uma imagem próxima a coloração visível.

Io apresenta uma distância de 421.700Km do centro de Júpiter, sendo o satélite natural mais próximo do gigante gasoso. A atmosfera é rarefeita, formada principalmente por dióxido de enxofre e pequena quantidade de monóxido de enxofre, cloreto de sódio, oxigênio e enxofre atômicos (FIGUEREDO,2016).

A temperatura de média de Io é de  $-143^{\circ}\text{C}$  em sua superfície e máxima de  $1727^{\circ}\text{C}$ . Uma das características mais marcantes de Io é a sua intensa atividade vulcânica com mais de 400 vulcões ativos(FIGUEREDO, 2016). A atividade vulcânica presente em Io é proveniente do processo de aquecimento por maré ocasionado pela atração gravitacional de Júpiter, Europa e Ganímedes (HERNANDEZ e OLIVEIRA, 2017).

Io não consegue reter o calor do Sol e de seus vulcões em virtude de sua atmosfera ser tênue, assim, os gases eliminados na atividade vulcânica logo se condensa e congela. A liberação de enxofre durante as erupções vulcânicas confere a Io uma coloração com tons amarelo, branco, preto e laranja, conforme a Fig.06.

Figura 06- Imagem de Io captada pela sonda espacial Galileo.

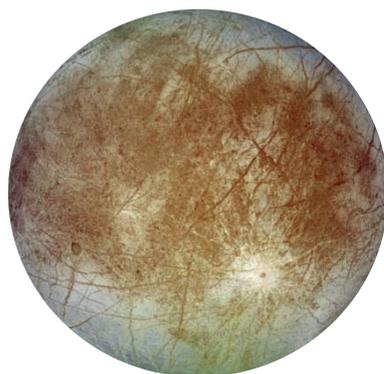


Fonte: NASA/JPL, 2017.

A probabilidade de Io albergar vida é muito remota, devido à falta de moléculas orgânicas e de água, além de apresentar uma variação brusca de temperatura e muita energia (FIGUEIREDO, 2016; TEIXEIRA, 2014).

O segundo satélite natural mais próximo de Júpiter é Europa, apresentando um raio orbital de 671 100km. Europa é o menor entre os quatro satélites naturais de Júpiter (Fig. 07). O satélite tem um núcleo constituído por ferro e níquel que, por sua vez, é coberto por uma camada rochosa. Sua atmosfera tênue é composta por oxigênio e sua temperatura média na superfície de  $-150^{\circ}\text{C}$ .

Figura 07- Imagem do satélite natural Europa.



Fonte: NASA, 2017.

O satélite Europa desperta o interesse dos astrobiólogos por apresentar evidências de um oceano de água líquida contendo sais abaixo da crosta gelada. A hipótese para a existência e manutenção de água líquida é que a energia é fornecida pelo efeito de maré de Júpiter e também pela desintegração de elementos radioativos presentes no material rochoso, que vão liberando calor (TEIXEIRA, 2014).

Para os pesquisadores, Europa tem chances de albergar a vida, se for comparada aos ambientes terrestres de condições extremas em que foram encontrados os extremófilos (RIBAS, 2006).

Ganímedes se destaca por ser o maior satélite natural de Júpiter e do sistema solar (Fig.08). A atmosfera de Ganímedes é rarefeita com a presença de oxigênio e traços de ozônio (FIGUEREDO, 2016).

Ganímedes orbita Júpiter a 1 070 400km de distância. Sua superfície é constituída por um oceano de água congelada, apresentando temperatura média de  $-163^{\circ}\text{C}$ .

Existem evidências de um núcleo rochoso, de um oceano de água líquida, de energia geotérmica e de compostos orgânicos complexos tanto em Ganimedes quanto em Europa. Tais evidências, despertam as expectativas dos pesquisadores em investigar as possibilidades de encontrar qualquer forma de vida nessas luas (TEIXEIRA, 2014; FIGUEIREDO, 2016).

Figura 08- Imagem de Ganimedes.



Fonte: NASA, 2017.

Calisto é o segundo maior satélite natural de Júpiter e a terceira maior lua do Sistema Solar (Fig. 09). O raio orbital entre Júpiter e Calisto é de 1 882 700km. Calisto apresenta uma atmosfera rarefeita composta de dióxido de carbono e uma temperatura média de  $-139^{\circ}\text{C}$  em sua superfície (SOBRINHO, 2012).

Figura 09- Imagem de Calisto obtida pela sonda Galileo.



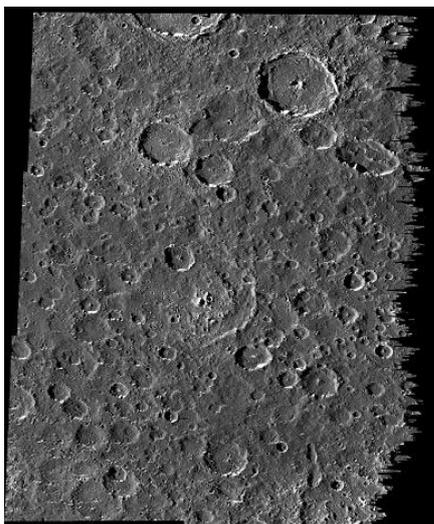
Fonte: NASA, 2017.

A crosta de Calisto é formada por uma camada de gelo de água com 200km de espessura e, provavelmente, logo abaixo um oceano de água “salgada” de 10 km de espessura, seguido por uma mistura de gelo e material rochoso (TEIXEIRA, 2014).

A superfície de Calisto destaca-se no Sistema Solar por ser a mais craterizado (Fig. 10). As crateras são consideradas antigas, tendo uma idade estimada de 4,5 bilhões de ano (TEIXEIRA, 2014).

As condições de Calisto são desfavoráveis para abrigar qualquer forma de vida, devido ao baixo fluxo de calor em seu interior (TEIXEIRA, 2014; IRWIN e SCHULZE-MAKUCH, 2001).

Figura 10- Imagem das crateras de Calisto registrada pela sonda Galileo.



Fonte: NASA/JPL - NASA Planetary Photojournal.

Cada satélite natural de Júpiter apresenta características morfológicas e físico-químicas distintas que servem de subsídios para nortear as missões espaciais em busca de algum indício de vida, tal como conhecemos na Terra. As hipóteses acerca da probabilidade de encontrar alguma forma de vida nos satélites naturais de Júpiter são baseadas nos ambientes terrestres de condições extremas.

Irwin e Schulze-Makuch (2001) determina uma escala de plausibilidade de vida para estimar as chances de encontrar alguma forma de vida fora da Terra. A escala de plausibilidade é estruturada com a finalidade de fundamentar as prioridades nas missões de investigações em outros planetas ou luas, tomando como base as condições encontradas na Terra.

Para Irwin e Schulze-Makuch (2001), a fonte de energia, presença de um meio líquido, a existência de componentes orgânicos e de condições para que ocorram a formação de moléculas complexas por meio das reações químicas,

são requisitos importantes para investigar a existência de vida fora da Terra, conforme ilustrado no Quadro 02.

A escala de plausibilidade varia de I a V, conforme os critérios estabelecidos por Irwin e Schulze-Makuch (2001). A Terra está classificada na escala I, por apresentar disponibilidade de água líquida, energia e compostos orgânicos.

Quadro 02- Escala de plausibilidade de vida de Irwin e Schulze-Makuch.

Escala	Critérios	Exemplo
I	Presença confirmada de água líquida, energia disponível prontamente acessível e presença de compostos orgânicos.	Terra
II	Provas da existência passada ou presente de água líquida, disponibilidade de energia e inferência de orgânicos compostos.	Marte, Europa e Ganímedes
III	Condições fisicamente extremas, mas com evidências de fontes de energia e química complexa possivelmente adequadas para formas de vida desconhecidas na Terra.	Titã, Tritão, Encélado e Calisto
IV	Inferência razoável de condições anteriores adequadas para origem da vida antes do desenvolvimento das condições de modo dura a ponto de tornar-se improvável sua perseverança no momento, mas concebível em habitats isolados.	Mercúrio, Vênus e Io.
V	Condições tão desfavoráveis para a vida por qualquer razoável definição, que sua origem ou persistência não pode ser classificada como probabilidade realista.	Sol, Lua, planetas gigantes gasosos

Fonte: Irwin e Schulze-Makuch (2001).

Dentre os principais satélites de Júpiter, Europa e Ganímedes apresentam características que permitem classificá-las na escala II de Irwin e Schulze-Makuch (2001) com relação a plausibilidade de vida. Estes dois satélites naturais de Júpiter despertam interesse da comunidade científica por ter características que possibilitem albergar alguma forma de vida.

As missões espaciais por busca de vida fora da Terra é um desafio para os pesquisadores em virtude das condições inóspitas e também pelo investimento que requer tais pesquisas. Embora, ainda não se tenha nenhuma evidência de vida extraterrestre, as investigações continuam na esperança de encontrar algum ser vivo em ambientes com condições abióticas extremas, tais como, variações bruscas de temperaturas, ausência de oxigênio, uma atmosfera capaz de reter o calor e uma fonte de energia.

### 2.3 Habitabilidade planetária

Para muitas pessoas, falar sobre habitabilidade planetária é pensar exclusivamente em nosso planeta. Pode ser até um pensamento reducionista ou simplista pensar que estamos sozinhos no universo. No entanto, tal pressuposto, baseia-se nas próprias condições encontradas em outros astros que dificulta a existência de alguma forma de vida, tal como conhecemos aqui na Terra.

A habitabilidade planetária é norteada por um conjunto de condições abióticas que permite a existência e manutenção da vida. Conceituar vida é muito complexo devido ao amplo leque de significados que pode conter em uma simples palavra de quatro letras. É comum ouvir expressões cotidianas ou versos de músicas que tem como tema a palavra vida, como por exemplo: aproveite a vida, pois ela é tão curta; só tu tens palavra de vida eterna; a vida é bela; é a vida, é bonita e é bonita.

Dialogar utilizando a palavra vida é muito comum e fácil, no entanto, tentar defini-la provoca um emaranhado de conceitos a depender da área do conhecimento e do ponto de vista de cada pessoa questionada. Assim, os teólogos definirão sob a ótica da fé, o matemático provavelmente, pela contagem do tempo, o filósofo tentará explicar por meio de suas reflexões sobre a existência. É bom frisar, que tais conjecturas de cada área do conhecimento servem para demonstrar ao leitor que o conceito de vida é muito complexo devido a diversidade fenômeno que norteia esta palavra.

Ainda não existe um consenso com relação a definição de vida, conforme, explicitado anteriormente. Portanto, será abordado a vida no contexto da Biologia. Na Biologia, ciência que estuda a vida, a palavra vida assume uma conotação que reflete a condição do ser vivo ser capaz de realizar diversos

processos essenciais ao metabolismo por meio da interação com o meio em que vive. Essa é apenas uma forma simplificada de compreender vida.

Galembeck e Costa (2016) considera a vida como um sistema dinâmico “cuja existência depende das condições ambientais (e, portanto, atmosféricas), as quais são continuamente modificadas pelos processos bioquímicos que sustentam os seres vivos”.

O programa de Astrobiologia da NASA define vida como "um sistema químico autossustentável capaz de evolução Darwiniana" (KELLNER, 2019). Este conceito é considerado limitado, pois existe algumas formas de vida que não são autossustentáveis, como é o caso dos herbívoros e de bactérias que vivem dentro de outros organismos. Segundo Pilling (20-?) a definição postulada pela NASA apresenta lacunas que merecem ser analisadas.

“Para a vida ser autossustentável e capaz de evoluir “darwinianamente”, tanto energia quanto matéria precisam ser extraídos da vizinhança do ambiente no qual ela se desenvolve e se reproduz. Além disso, algum tipo de aparato precisa estar presente para governar e facilitar a química da vida, como por exemplo, a presença de certos elementos químicos, como o carbono” (Pilling, 20-?).

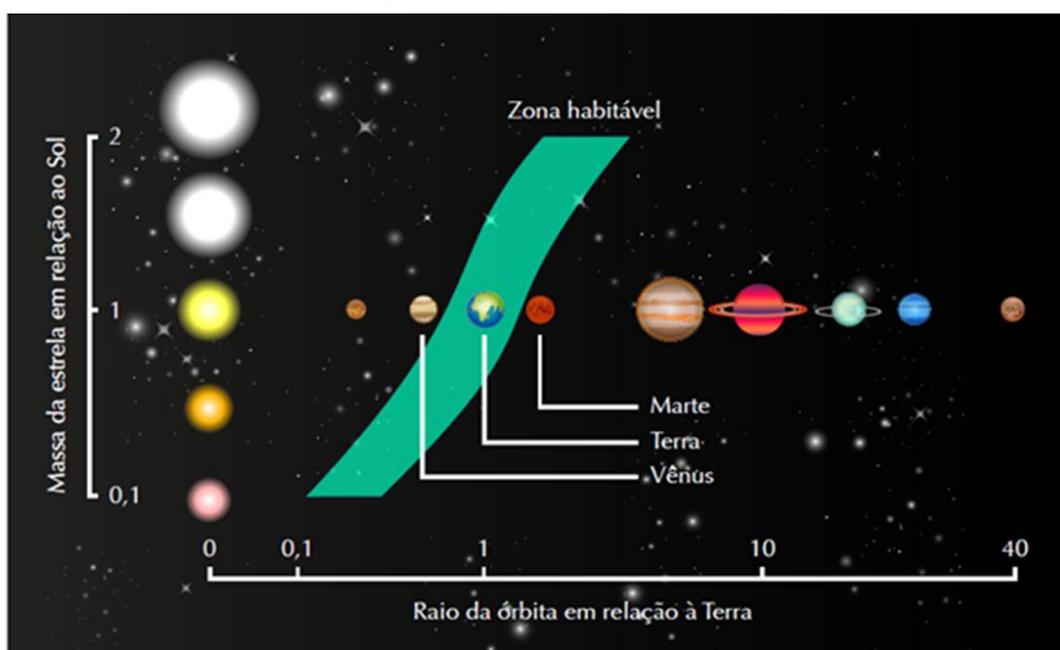
Independente da diversidade de conceitos que permeiam a palavra vida, o ponto de discussão nessa seção são as condições de habitabilidade que nosso planeta possui e que servem de base para investigações em outros planetas ou satélites. As investigações científicas a procura de vida fora da Terra são norteadas levando em considerações a Zona Habitável.

Em 1959 foi introduzido o conceito de Zona Habitável como uma região que possui ao seu redor uma estrela que fornece energia, permitindo a manutenção de água no estado líquido na superfície de um planeta (VIEIRA *et al.*, apud HUANG, 2018).

De acordo com Farias e Barbosa (2017), zonas habitáveis são locais em que um ser vivo pode desenvolver seus processos metabólicos. A zona de habitabilidade de uma estrela é compreendida como a região onde a água no estado físico líquido pode existir na superfície de um planeta possivelmente rochoso. Essa região é controlada pela distância de separação entre a estrela e o planeta, mas também é afetada pela rotação do planeta e a convecção da sua atmosfera (VÁLIO, 2009).

A Fig.11 delimita a região do espaço, ao redor de uma estrela, que é considerada Zona Habitável. A Terra situa-se no interior desta Zona Habitável, tendo como estrela o Sol. Os pesquisadores concentram suas investigações por vestígios de alguma forma de vida dentro do limite considerado Zona Habitável. No entanto, os satélites naturais Europa e Ganímedes, localizados fora da Zona Habitável, despertam o interesse dos pesquisadores por apresentarem um oceano de água líquida abaixo de uma superfície formada por uma camada de gelo.

Figura 11 - Região do espaço considerada Zona Habitável.



Fonte: MELLO, 2016.

Os critérios adotados para determinar a habitabilidade em um sistema planetário são baseados nas condições encontradas na Terra, que permitem a existência e manutenção da vida tal como a conhecemos. As características abióticas da Terra servem de referencial para investigações na busca de alguma forma de vida em outro planeta ou satélites naturais.

Assim, uma condição essencial é a existência de um planeta dito “rochoso”, tal como a Terra, que seja capaz de manter água líquida na superfície durante os bilhões de anos, tempo necessário para o surgimento de formas de vida primordiais que, eventualmente, possam evoluir para seres multicelulares e, em sequência, pluricelulares (MELLO, 2016; TEIXEIRA, 2014).

Dentre as condições abióticas que determina a habitabilidade, convém destacar a existência de uma estrela de longa vida como o Sol, capaz de

proporcionar energia luminosa de modo estável durante vários bilhões de anos. Neste caso, as condições estão ligadas à massa da estrela, que fixa não apenas sua luminosidade, mas também seu tempo de “vida”, determinando, desse modo, a estimativa de tempo no qual determinada estrela será capaz de manter certos planetas em condições de habitabilidade (MELLO, 2016).

No entanto, a luminosidade de uma estrela e sua distância em relação a um planeta não são as únicas condições que favorecem a habitabilidade. É necessário que o planeta tenha uma atmosfera com condições de reter o calor produzido a partir da transformação da energia luminosa estelar recebida em sua superfície (MELLO, 2016).

Teixeira (2014) também menciona três critérios para determinar o potencial de um planeta ou satélite natural de ser habitável. Os critérios referem-se a presença de um solvente líquido, existência de uma fonte de energia que possa ser utilizada pela vida e a possibilidade de haver química de carbono polimérica. Farias e Barbosa (2017) apontam como condições para ocorrência de habitabilidade instantânea ou contínua a presença de água líquida, disponibilidade de energia para a manutenção, crescimento e reprodução dos organismos, além da existência de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre(CHONPS).

Percebe-se que os autores supracitados apontam semelhantes condições para discernir se um determinado planeta ou lua apresenta condições de habitabilidade. Tais condições baseiam-se na presença de água líquida, uma fonte de calor, uma superfície rochosa, entre outras. Tecer comentários sobre a probabilidade de um astro albergar vida, requer levar em consideração as pesquisas científicas realizadas para obter informações sobre suas características morfológicas e físico-química. Estas informações são frutos de anos de pesquisa, obtidas graças ao desenvolvimento tecnológico que permitiu os lançamentos de sondas espaciais capazes de fotografar e investigar ambientes inacessíveis ao homem.

Conforme, as definições sobre zona de habitabilidade supracitadas, é possível inferir que o conceito e os critérios vão ampliando de acordo com o desenvolvimento de novas pesquisas nesta área. A descoberta de seres extremófilos que conseguem viver a profundidades elevadas, dependendo de

uma quantidade mínima de energia e água, faz repensar a possibilidade desses organismos também sobreviverem em outros locais fora da Terra.

#### 2.4 Astrobiologia: contextualização histórica

É importante mencionar que em diversos momentos em sala de aula o docente aborda temas relacionados a Astrobiologia ao discorrer na disciplina de Ciências assuntos envolvendo a origem da vida, existência de vida fora da Terra, condições abióticas que favorecem a manutenção da vida em nosso planeta. No entanto, esta conexão entre a disciplina Ciências e Astrobiologia passa despercebida, provavelmente, por desconhecer o que é a Astrobiologia e quais suas linhas de pesquisa.

Será que a Astrobiologia é uma ciência emergente e por isso falta conhecimento sobre sua área de atuação? De acordo com Rodrigues *et al.*, (2016), a Astrobiologia foi reconhecida como uma das áreas de pesquisa científica em 1998, no momento em que a NASA reestruturou e ampliou o programa de exobiologia voltado para a busca de vida fora da Terra. Essa decisão foi tomada após a NASA perceber a necessidade de compreender melhor o conceito de vida da forma que é estruturada em nosso planeta.

Segundo a própria NASA, antes do 1998, o conúbio entre Astronomia e Biologia era usado em diferentes contextos científicos e indicado com as palavras “exobiologia”, “bioastronomia” e “cosmobiologia” desde a década de 1940 (RODRIGUES *et al.*, 2016). Diante do avanço das pesquisas espaciais nas missões em busca de vida fora da Terra, a NASA resolveu mudar o enfoque de “exo” para “astro”, criando assim o termo Astrobiologia, ciência que tem como objeto de estudo a busca no universo de ambientes onde formas de vida similares aquelas terrestres possam ter surgido e/o se desenvolvidos.

A alteração do termo exobiologia para Astrobiologia surgiu da necessidade de ampliar o “olhar” ou conhecimento sobre as formas de vida albergadas em nosso planeta, servindo assim de embasamento para a busca de vida fora da Terra. Portanto, compreender melhor a dinâmica existente entre as condições abióticas com as bióticas é um requisito importante para subsidiar as novas investigações científicas em outros astros.

Os avanços nos conhecimentos ligados à Astrobiologia inicialmente eram obtidos por equipes de físicos e, em particular, de astrônomos. Os biólogos inicialmente não mostraram interesse por esta área de estudo, entendendo que condições ambientais dos corpos celestes conhecidos até então não poderiam abrigar formas de vida.

O cenário começa a mudar, ou seja, o interesse pela Astrobiologia, quando pesquisas mais recentes evidenciaram a presença no nosso planeta de seres particularmente resistentes a condições ambientais adversas que foram chamados de extremófilos. O termo extremófilos é utilizado para designar microrganismo encontrados desde o final de 1970 em ambientes inóspitos, cujos níveis de temperaturas, pressão hidrostática, acidez, salinidade e radiação ionizante são muito diferentes daqueles conhecidos pela Biologia tradicional (QUILLFELDT, 2010).

De acordo com Rodrigues *et al.*, (2016), a Astrobiologia pode ser vista como uma área de pesquisa multi, inter e até transdisciplinar, que busca formas alternativas para descobrir as leis físicas que regulamentam o fenômeno da vida no Universo, sua origem, evolução, distribuição e futuro. Desta forma, os astrobiólogos se propõem a observar a vida de forma mais ampla, considerando as formas de interações com o corpo celeste que a abriga e seu ambiente astrofísico. As interações são dinâmicas e modificam-se ao longo do tempo, seguindo assim a vida a evolução do planeta e do Universo, em um ciclo complexo.

O caráter fortemente interdisciplinar da Astrobiologia permite-nos compreender de maneira mais abrangente e inclusiva os fenômenos biológicos, planetários e cósmicos. O entendimento desses fenômenos exige uma pesquisa interdisciplinar em uma interação com a Biologia Molecular, Ecologia, Ciência Planetária, Astronomia, Ciência da Informação, Tecnologias de exploração espacial e disciplinas relacionadas (SPINARDI, 2017).

O estudo de todas as reações e processos que poderiam ter colaborado para o surgimento da vida no planeta Terra, faz parte do campo de estudo da química prebiótica. Essa ciência tem como objetivo justamente aquele de descobrir, usando uma abordagem interdisciplinar, a cadeia de reações químicas que transformam moléculas simples, tais como, água, dióxido de carbono e amônia, em macromoléculas capazes de se organizar em estruturas complexas

capazes de se reproduzir e cumprir tarefas não triviais, ou seja, vivas. É importante ressaltar que avanços neste sentido são possíveis somente graças aos conhecimentos de Astrofísica, Geologia, Química, Bioquímica, Biologia, Matemática e Física (ZAIA, 2016).

A Astrobiologia como uma ciência emergente, traz a possibilidade de fomentar discussões tanto na comunidade científica quanto no ambiente escolar no que se refere a vida e suas formas de adaptações aos mais variados ambientes. Ressaltando, que tais discussões podem perpassar pelas várias áreas do conhecimento de forma multidisciplinar e, não apenas, se restringir as disciplinas de Ciências ou Biologia.

Embora, a única forma de vida conhecida pela espécie humana seja a encontrada em nosso planeta, esta serve de modelo na busca de ambientes extraterrestres que possam abrigar seres vivos (RODRIGUES, 2016). Todavia, novamente por ser a única forma conhecida, este modelo pode ser excessivamente restritivo a respeito da variedade de possibilidades que pode ser encontrada no nosso universo e nos guiar longe da realidade.

## 2.5 Astrobiologia na Educação Fundamental em conformidade com a BNCC

Esta seção traz a discussão acerca da abordagem da Astrobiologia no componente curricular Ciências do Ensino Fundamental, tendo amparo legal a BNCC. Assim, a inserção da Astrobiologia é feita a partir dos objetos do conhecimento preconizados pela BNCC.

Então, como o docente pode abordar Astrobiologia em suas aulas de Ciências? Será possível perceber que Astrobiologia e o componente curricular Ciências apresentam eixos temáticos que possibilitam a articulação de atividades em comum.

### 2.5.1 A BNCC na Educação Básica

A BNCC é um documento normativo que foi instituído pelo Conselho Nacional de Educação(CNE) por meio da Resolução CNE/CP nº 2, de 22 de dezembro de 2017 que institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum

Curricular, a ser respeitada obrigatoriamente ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da Educação Básica (BRASIL, 2017).

A Resolução do CNE/CP nº 2 regulamenta quais aprendizagens essenciais precisam ser garantidas ao longo de toda Educação Básica tanto para educação pública quanto privada. O art. 2º, desta Resolução, define aprendizagens essenciais “como conhecimentos, habilidades, atitudes, valores e a capacidade de os mobilizar, articular e integrar, expressando-se em competências”( BRASIL, 2017).

A BNCC trata-se de um instrumento fundamental para referência na formulação do currículo escolar, pois este documento normativo fundamenta-se em competências gerais a serem alcançadas pelos discentes (Quadro 03). Para a BNCC, competência é definida:

“como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2017).

Quadro 03- Competências gerais para a Educação Básica elencadas pela BNCC.

- 1-Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.

9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Fonte: BRASIL, 2017.

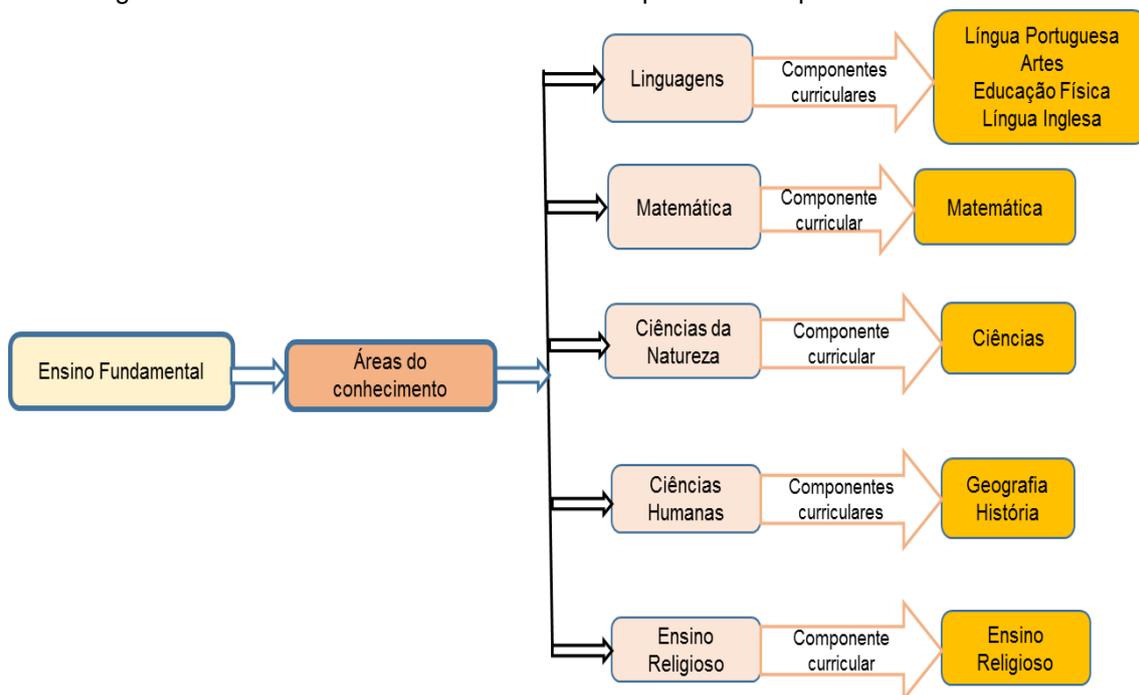
As competências gerais devem a ser asseguradas aos discentes no decorrer das três etapas da Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio) por meio das aprendizagens essenciais. Estas dez competências gerais elencadas pela BNCC, buscam assegurar uma educação voltada para a formação integral dos discentes no intuito de viabilizar a construção e articulação do conhecimento, além do desenvolvimento de habilidades, atitudes e valores.

O Ensino Fundamental está organizado em cinco áreas do conhecimento com seus respectivos componentes curriculares, conforme a BNCC. Estas áreas do conhecimento compreendem: Linguagem, Ciências da Natureza, Matemática, Ciências Humanas e Ensino Religioso (Fig.12). Convém ressaltar, que será enfatizado a estruturação do Ensino Fundamental para os anos finais (6º ao 9º ano) por ser o objeto de interesse desta pesquisa.

Cada área do conhecimento institui suas competências específicas de acordo com o componente curricular. Para garantir o desenvolvimento destas competências é necessário que cada componente curricular apresente um conjunto de habilidades (conteúdos, conceitos e processos) que está

relacionado aos diferentes objetos do conhecimento, que, por sua vez, são organizados em unidades temáticas (BRASIL, 2017).

Figura 12 - Áreas do conhecimento e seus respectivos componentes curriculares.



Fonte: Elaborado pela autora com base na BNCC.

É preciso enfatizar que cada componente curricular apresenta suas especificidades quanto aos objetos do conhecimento e suas unidades temáticas. Assim, para o componente curricular Ciências, a BNCC estabelece as mesmas unidades temáticas para todo o Ensino Fundamental, variando apenas os objetos do conhecimento conforme o ano de escolarização.

Na perspectiva da BNCC, a área de Ciências da Natureza precisa assumir ao longo do Ensino Fundamental o compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, por meio da capacidade de interpretar e compreender o mundo(natural, social e tecnológico) e de transformá-lo com base nos conhecimentos adquiridos das ciências. Para tanto, é imprescindível assegurar aos discentes do Ensino Fundamental um olhar articulado com os diversos campos dos saber, obtido a partir do acesso a diversidades de conhecimentos científicos construídos ao longo da história e também da aproximação dos discentes aos processos, práticas e procedimentos realizados na investigação científica (BRASIL, 2017).

### 2.5.2 Inserção da Astrobiologia no ensino da disciplina de Ciências, em conformidade com a BNCC

O campo de pesquisa da Astrobiologia exige um olhar interdisciplinar na busca pela validação de suas hipóteses acerca dos questionamentos sobre a origem da vida e a existência de vida fora do planeta Terra. Portanto, trata-se de uma ciência que dialoga com diferentes áreas do conhecimento como uma estratégia para fundamentar suas teorias a partir das informações e conhecimentos advindos das outras áreas.

A proposta de abordagem interdisciplinar em Astrobiologia, também pode ser sugerida na unidade escolar, com o intuito de fazer a sua inserção no componente curricular de Ciências e em outras áreas de conhecimento, como Biologia, Química, Filosofia e Geografia.

A inclusão da prática interdisciplinar na unidade escolar possibilita o desenvolvimento da interdependência dos conteúdos, pois os discentes passam a observar como os assuntos estão todos conectados formando uma teia. Assim, a interdisciplinaridade traz a vantagem de agregar diversos conhecimentos sobre a mesma temática sob a perspectiva de diferentes áreas do saber, rompendo desta forma com a visão fragmentada instituída pelo currículo escolar.

Segundo Japiassu (1994) o processo interdisciplinar causa sentimento de medo e de recusa, pois constitui em uma inovação que incomoda por questionar o saber já adquirido e, portanto, já aceito. Para que ocorra o trabalho interdisciplinar Japiassu afirma que é preciso:

“[...] uma interação das disciplinas, uma interpenetração ou interfecundação, indo desde a simples comunicação das ideias até a integração mútua dos conceitos (contatos interdisciplinares), da epistemologia e da metodologia, dos procedimentos [...]” ( JAPIASSU, 1994).

A interdisciplinaridade para que se concretize em atitude, necessita de um rompimento das barreiras disciplinares (FAZENDA, 2003). Este rompimento só é possível ocorrer quando o docente se abre ao diálogo e o desejo de querer inovar em sua prática pedagógica, proporcionando, desta forma uma maior flexibilização na troca de saberes entre as disciplinas. Diante deste contexto, trabalhar Astrobiologia interdisciplinarmente será mais um desafio a ser vencido por meio do diálogo entre as áreas do conhecimento, uma vez que, trata-se de um campo de pesquisa ainda desconhecido para muitos docentes.

Ressaltar que a Astrobiologia é um campo de pesquisa ainda desconhecido para muitos docentes, baseia-se na própria experiência como docente da educação básica, que ao longo dos mais de 10 anos de docência não presenciou nenhuma discussão ou projeto envolvendo esta temática em nenhuma das unidades escolares que lecionou. No entanto, esta realidade está começando a mudar devido a formação de alguns docentes em mestres no ensino profissional em Astronomia. A importância da universidade na formação continuada dos docentes é um ponto importante que merece ser destacado e ampliado nas redes públicas de ensino.

O Mestrado Profissional em Astronomia - MPAstro, da Universidade Estadual de Feira de Santana-Ba, é uma exemplo do comprometimento da universidade pública com a atualização científica do docente e com a divulgação da Astronomia na Educação Básica. O MPAstro apresenta em seus arquivos um total de 66 dissertações relacionadas a Astronomia, destas apenas duas enfatizam diretamente a Astrobiologia no ensino da Ciências da Natureza.

Desta forma, a falta de conhecimento dos docentes sobre Astrobiologia pode ser atribuído a uma carência em sua formação acadêmica e a ausência de temas relacionados a Astrobiologia nos livros didáticos, especialmente, os livros da disciplina de Ciências. No entanto, depois da implementação da BNCC temas da Astrobiologia estão sendo inseridos nos livros didáticos.

Então, como abordar a Astrobiologia já que a mesma não foi contemplada diretamente na formação dos docentes? É um tanto desafiador, mas na disciplina de Ciências, a Astrobiologia pode ser inserida observando os objetos do conhecimento propostos para cada unidade temática, conforme BNCC. Como as unidades temáticas para o componente curricular Ciências são as mesmas para todo o Ensino Fundamental, torna-se mais fácil elaborar um planejamento que envolva temas de Astrobiologia atrelado aos objetos do conhecimento de cada ano de escolarização.

O componente curricular Ciências, inserida na área do conhecimento da Ciências da Natureza, fomenta a compreensão sobre ação do ser humano na natureza, bem como os fenômenos naturais, os processo de evolução e manutenção da vida, os avanços científicos, as características morfológicas e físico-químicas do nosso planeta e a composição e a estrutura do Sistema Solar e a percepção sobre o Universo.

Conforme a BNCC, o estudo de Ciências fornece subsídios para que os discentes compreendam, expliquem e intervenham no mundo que vivem a partir dos objetos do conhecimento elencados para cada ano do Ensino Fundamental (BRASIL, 2017). Todavia, para que essas habilidades sejam desenvolvidas, é necessário instigar os discentes a traçar suas próprias hipóteses nas resoluções dos questionamentos feitos pelos docentes referentes a um determinado problema.

O currículo de Ciências foi organizado em três unidades temáticas com o intuito de assegurar as aprendizagens essenciais preconizada pela BNCC. A estruturação do currículo em três unidades temáticas, tendo cada uma delas seus respectivos objetos do conhecimento, possibilita a continuidade ao processo de aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental. No Quadro 04, observa-se a organização dos objetos do conhecimento para a unidade temática Terra e Universo no decorrer dos anos finais do Ensino Fundamental.

Quadro 04- Objetos do conhecimento para a unidade temática Terra e Universo.

<b>Unidade temática : Terra e Universo</b>	
Ano	Objetos do conhecimento
6º	Forma, estrutura e movimentos da Terra
7º	Composição do ar Efeito estufa Camada de ozônio Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e <i>tsunamis</i> ) Placas tectônicas e deriva continental
8º	Sistema Sol, Terra e Lua Clima
9º	Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo Astronomia e cultura Vida humana fora da Terra Ordem de grandeza astronômica Evolução estelar

Fonte: Elaborado pela autora com base na BNCC.

A BNCC busca assegurar um sequenciamento dos conteúdos, ao propor a mesma unidade temática, Terra e Universo, para Ensino Fundamental,

conforme apresentado no Quadro 04. Tal sequenciamento, permite uma maior integralidade com o objeto de estudo, ou seja, falar sobre Terra abordando sua forma, seus movimentos, os fenômenos naturais e as condições abióticas para manutenção da vida, finalizando com o Universo.

Além da unidade temática Terra e Universo, o Ensino Fundamental é contemplado como mais duas unidades que são: Matéria e energia, Vida e evolução. Na unidade temática Matéria e energia é apresentado aos discentes o estudo dos materiais e suas possíveis transformações, bem como as fontes e as formas de uso de energia. A unidade temática Vida e evolução propõe conteúdos que buscam relacionar questões envolvendo os seres vivos e suas interações com o meio ambiente, além da importância dos processos evolutivos na diversidade de formas de vida em nosso planeta (BRASIL, 2017).

O Quadro 05 apresenta a estruturação do currículo de Ciências para o 6º ano do Ensino Fundamental, segundo a BNCC, com as unidades temáticas e seus respectivos objetos do conhecimento. É importante salientar que o 6º ano foi escolhido como referencial para demonstrar possibilidades de abordagem da Astrobiologia no componente curricular Ciências.

**QUADRO 05-** Unidades temáticas e seus respectivos objetos do conhecimento para o 6º ano do Ensino Fundamental.

Unidades temáticas	Objetos do conhecimento
Matéria e energia	Misturas homogêneas e heterogêneas Separação de materiais Materiais sintéticos Transformações químicas
Vida e evolução	Célula como unidade da vida Interação entre os sistemas locomotor e nervoso Lentes corretivas
Terra e Universo	Forma, estrutura e movimentos da Terra

Fonte: BRASIL, 2017.

Ao analisar os objetos do conhecimento para o 6º ano, é possível perceber que a temática Astrobiologia não aparece de forma explícita, tornando desta forma, um desafio para o docente agregar em seu planejamento pedagógico uma área do conhecimento ao qual ainda não foi “apresentado”. A pretensão aqui é

“apresentar” a Astrobiologia e demonstrar possibilidades de sua inserção nos anos finais do Ensino Fundamental.

A temática e a metodologia a ser utilizada no desenvolvimento de atividades ou projetos relacionados a Astrobiologia ficará a critério do docente, em conformidade com o ano do Ensino Fundamental que leciona, pois os objetos do conhecimento mudam no decorrer de toda educação básica. Assim, a temática “astrobiológica” estará atrelada aos objetos do conhecimento que o docente estive abordando.

Com relação aos objetos do conhecimento para o 6º ano do Ensino Fundamental, o docente pode abordar Astrobiologia ao explicar sobre a Terra, fazendo uma relação entre as condições abióticas da biosfera terrestre que permitem a manutenção da vida em nosso planeta. Abordar as condições abióticas terrestre traz à tona uma série de questões que podem ser discutidas, tais como: a importância do Sol, da água e do oxigênio para os seres vivos, a existência de água líquida em outro planeta, a formação das primeiras células na Terra primitiva, a importância da Ciência nas investigações científicas, dentre outras.

Aguçar a curiosidade dos discentes em querer buscar respostas para determinados questionamentos é um passo importante no processo de ensino-aprendizagem, por despertar o sentido de autonomia na construção do próprio conhecimento mediante a instigação do docente.

Spinardi (2017), em sua dissertação, discorre como foi exitosa sua experiência ao aplicar uma sequência didática em Astrobiologia para a 8ª série, atual 9º ano do Ensino Fundamental, a partir de uma pergunta- Existe vida lá fora? O autor descreve o processo de alfabetização científica dos alunos que iniciou-se com aplicação da sequência didática, em que foram compreendendo o conceito e o campo de estudo da Astrobiologia, além de desmistificar alguns conceitos relacionados a vida extraterrestre.

De acordo com o levantamento feito por Pereira (2020), os trabalhos científicos sobre o ensino de Astrobiologia no Brasil apresentam propostas para sua inserção em diferentes níveis de ensino. Nas 37 publicações selecionadas, a autora destaca as várias opções de metodologias e instrumentos de aplicações, “[...] jogos didáticos, aulas com filmes e livros de ficção científica, aulas com software, guias e propostas didáticas que auxiliam o professor, cursos

presenciais e EaD de Astrobiologia e outros, tudo isso para promover o desenvolvimento do ensino da Astrobiologia no Brasil”[...]

É preciso salientar que, provavelmente, algumas publicações sobre o ensino da Astrobiologia não foram contemplados no levantamento de Pereira (2020) por não atenderem aos critérios estabelecidos para a seleção dos mesmos. Outros trabalhos (dissertação e artigos) que também abordaram o ensino da Astrobiologia foram os de Longuinhos(2020), Rosa *et al.*,(2020), Velozo e Bernardes (2021).

Diante do exposto, é preciso fomentar ainda mais a divulgação da Astrobiologia de maneira que as outras áreas do conhecimento também possa relacionar com seus objetos do conhecimento, não ficando restrito ao componente curricular Ciências ou Biologia. Para corroborar, Pereira(2020) relata que as publicações analisadas não faz menção da Astrobiologia com química, nem com a matemática, com a geografia e com a ecologia. Isso reforça a necessidade de trabalhar interdisciplinarmente a Astrobiologia nas unidades escolares.

Ao analisar os objetos do conhecimento para o componente curricular Ciências, para os anos finais do Ensino Fundamental, percebe-se muitos assuntos em comum com as linhas de pesquisa da Astrobiologia. O efeito estufa, a importância da água e do Sol para a manutenção da vida em nosso planeta, a origem da vida, composição atmosférica, a vida em ambientes de condições extremos são alguns conteúdos que entrelaçam com a Astrobiologia. Para corroborar com essa explanação, segue o Quadro 06, referente aos objetos do conhecimento de Ciências para o 7º ano do Ensino Fundamental.

**QUADRO 06-** Unidades temáticas e seus respectivos objetos do conhecimento para o 7º ano do Ensino Fundamental.

Unidades temáticas	Objetos do conhecimento
Matéria e energia	Máquinas simples Formas de propagação do calor Equilíbrio termodinâmico e vida na Terra História dos combustíveis e das máquinas térmicas.
Vida e evolução	Diversidade de ecossistemas Fenômenos naturais e impactos ambientais Programas e indicadores de saúde pública

Terra e Universo	Composição do ar Efeito estufa Camada de ozônio Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis) Placas tectônicas e deriva continental
------------------	--

Fonte: BRASIL, 2017.

Ao observar o Quadro 06, o docente certamente irá se perguntar em qual objeto do conhecimento se encaixa a Astrobiologia. Na verdade a Astrobiologia está subentendida entre os objetos do conhecimento, necessitando, para tanto, de olhar mais criterioso do docente para estabelecer o elo entre estas Ciências. Este “novo olhar” de possibilidades torna-se perceptível no momento em que o docente sente a necessidade de buscar estratégias para tornar suas aulas mais interessantes ou quando participam de cursos de formação continuada.

O docente, como mediador do conhecimento, pode promover estratégias que facilitem a aprendizagem de um determinado assunto sem recorrer a recursos mirabolantes. Assim, uma simples observação em um jardim, um olhar para o céu noturno ou uma pergunta escrita na lousa podem desencadear a formulação de várias hipóteses e o interesse na busca por suas respostas.

O professor tem a liberdade de criar proposta lúdicas que visem interligar Astrobiologia ao componente curricular Ciências, sem se distanciar dos objetos do conhecimento para o 7º ano do Ensino Fundamental. Ao abordar a diversidade de ecossistemas, por exemplo, uma das possibilidades seria apresentar os fatores abióticos que favorecem a manutenção da vida na Terra e propor uma comparação com as características físico-química de outros planetas ou lua. Outra possibilidade é relacionar a existência dos extremófilos em ecossistemas terrestres com as missões espaciais em busca de alguma forma de vida extraterrestre em satélites naturais de condições inóspitas.

As exemplificação supracitadas tem por intuito demonstrar ao docentes que é simples relacionar Astrobiologia com os objetos de conhecimento de Ciências. Portanto, não é um trabalho a mais para o professor, e sim, uma alternativa de deixar as aulas mais atraentes e contextualizadas.

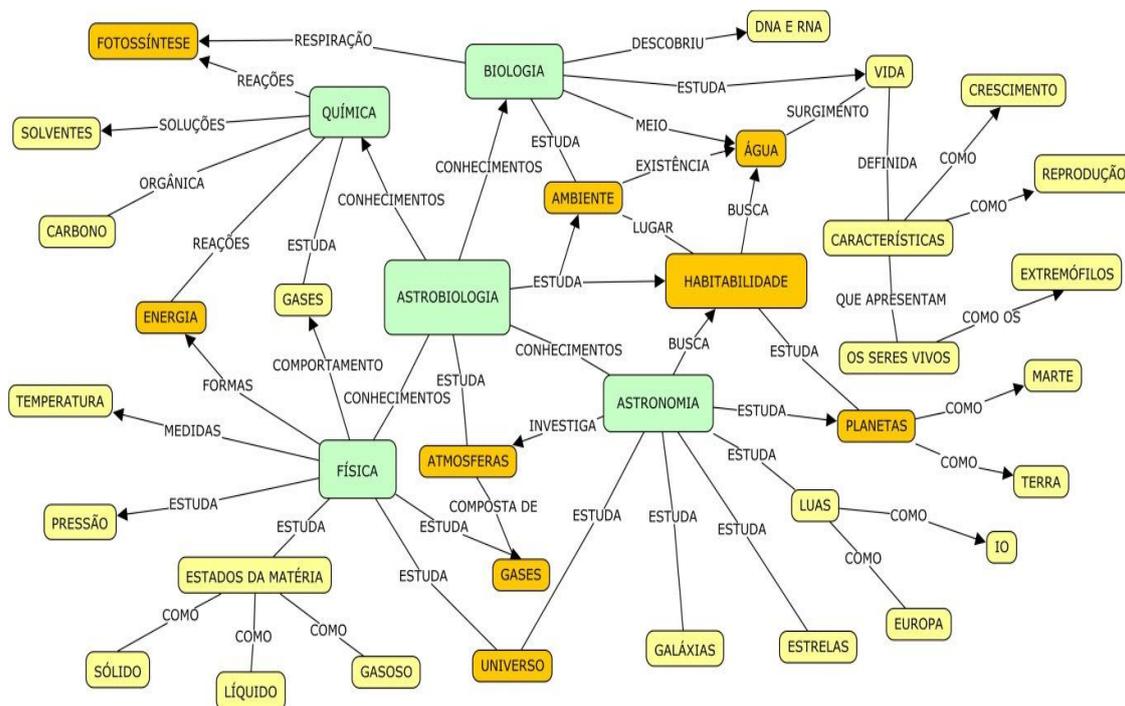
A Astrobiologia pode auxiliar no letramento científico proposto pela BNCC, ao estimular os discentes a observar o mundo a sua volta e a construir hipóteses acerca das questões relacionadas aos fenômenos naturais e aos fatores

abióticos que norteiam a existência e manutenção da vida na Terra. É claro, que existem mais possibilidades de atuação da Astrobiologia no processo de iniciação científica dos discentes, que podem ser direcionadas para outras áreas do conhecimento, não se restringindo apenas a disciplina de Ciências.

Silva *et al.*, (2016), também afirmam que é possível promover a integração entre os conteúdos de ciências do Ensino Fundamental com Astrobiologia, pois as duas possuem assuntos em comum. Os autores enfatizam que ensinar ciências em parceria com a Astrobiologia pode ser muito interessante, embora possam existir alguns entraves como o currículo escolar e a dificuldade de articulação interdisciplinar entre os docentes devido às suas formações acadêmicas.

O trabalho de Silva *et al.*, (2016) aponta a perspectiva do ensino de Astrobiologia na disciplina de ciências de forma interdisciplinar e transdisciplinar, utilizando como estratégia didática o mapa conceitual (Fig.13). Os autores elaboraram um mapa conceitual relacionando as disciplinas da área de Ciências da Natureza com alguns conteúdos, no intuito de demonstrar as possibilidades de inserção da Astrobiologia de forma contextualizada nas diversas áreas do conhecimento.

Figura 13 - Mapa conceitual contextualizando a Astrobiologia com a área de Ciências da Natureza.



Fonte: Silva *et al.*, (2016).

A análise do mapa permite inferir como a Astrobiologia pode se articular de forma interdisciplinar, formando uma rede de conhecimento que se entrelaçam de diferentes formas de abordagem. Assim, um mesmo conteúdo pode ser trabalhado em sala de aula a partir de diferentes perspectivas a depender da área de conhecimento do docente.

A incorporação da Astrobiologia a ciências é mencionada por Staley (2003) como uma proposta inovadora e interessante devido aos seus temas de pesquisa, que podem ser abordados no ensino de ciências desde o jardim da infância até os cursos de pós-graduação. A proposta de Staley para ser alcançada requer mudança na grade curricular dos cursos de graduação, especialmente os de biologia, ou então, disponibilidade de cursos de capacitação para os docentes com temas relacionados a Astrobiologia.

Então, a Astrobiologia não é uma área do conhecimento exclusiva para disciplina de Ciências? Ela pode atuar de forma interdisciplinar ou multidisciplinar na unidade escolar? De acordo com Staley (2003), a Astrobiologia apresenta onze áreas temáticas de pesquisa que podem ser desenvolvidas de forma multidisciplinar, uma vez que, os temas permeiam diversos campos do conhecimento tais como: Química, Geologia, Biologia, Física, Astronomia, Ciências Sociais, dentre outras. As onze áreas temáticas em Astrobiologia elencadas por Staley(2003) compreende:

- Formação dos sistemas planetários
- Origem e evolução da vida
- Pesquisa de bioassinaturas extraterrestres
- Biosfera primitiva da Terra
- Proteção planetária
- Extinções em massa e diversidade de vida
- Planetas e satélites habitáveis dentro e fora do nosso sistema solar
- A geosfera, hidrosfera e atmosfera primitiva da Terra
- Vida em ambientes extremos
- Evidência fóssil e geoquímica do início da vida
- Nascimento de estrelas, morte e reciclagem de elementos.

As áreas temáticas supracitadas servem de embasamento para o docente perceber que dentro do currículo do Ensino Fundamental ou médio existem conteúdos que são contemplados pela área de pesquisa da Astrobiologia. Nesta

perspectiva, o docente pode contextualizar os conteúdos da disciplina de Ciências, definidos pela BNCC, com uma das áreas temáticas supracitadas.

Ao incorporar a Astrobiologia ao currículo, os conteúdos tornam-se enriquecedores devido a ampla possibilidade que o docente tem em articular o tema por meio da formulação de hipótese, criação de situações problemas e da divulgação da pesquisa científica como mola propulsora para o desenvolvimento do conhecimento científico.

### **3 ESTRATÉGIAS DE ABORDAGEM DA ASTROBIOLOGIA EM CIÊNCIAS**

Existem diversas estratégias em que o docente pode articular Astrobiologia com o componente curricular Ciências. No entanto, será apresentado a técnica *pop-up* e a sequência didática (SD) como possibilidades para o ensino da Astrobiologia nos anos finais do Ensino Fundamental.

#### **3.1 Livro *pop-up* - uma possibilidade lúdica**

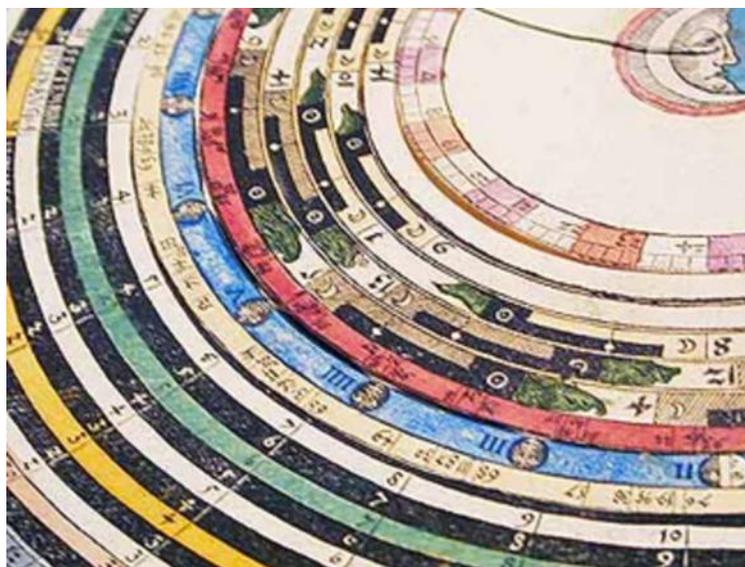
O livro estilo *pop-up* pode despertar um fascínio tanto em crianças quanto em adultos, por apresentar em seu contexto um conjunto de imagens tridimensionais que expressam a temática abordada com uma riqueza de detalhes que prendem a atenção do leitor. Tudo isso sem recorrer a sistemas áudio-visuais que precisam de baterias ou fontes de energia alternativas. A palavra *pop-up*, segundo a definição do dicionário Oxford, significa aparecer de repente (Oxford, 2016).

Os primeiros indícios da utilização da técnica *pop-up* foram registrados na Idade Média, como um recurso para promover a compreensão sobre assuntos relacionados aos fenômenos religiosos e naturais (SOLER, 2020). As literaturas pesquisadas apresentam divergência quanto ao registro do primeiro autor a utilizar *pop-up*, portanto, não foi possível estabelecer com exatidão quando e quem deu início ao uso desta técnica para expressar ideias, conceitos ou fenômenos.

O monge Matthew Paris é citado como o primeiro a utilizar em seu livro a *Chronica Majora* a técnica *volvelles* ou discos giratórios em 1250 (SOLER, 2020).

O volvelles na *Chronica Majora* foi utilizado para calcular os dias da próxima Páscoa e outras datas importante do calendário cristão (LIMA, 2013). A Fig.14 representa o volvelle de Matthew Paris usado para relacionar as estações do ano e as fases da lua aos feriados religiosos.

Figura 14 – Volvelle de Matthew Paris.



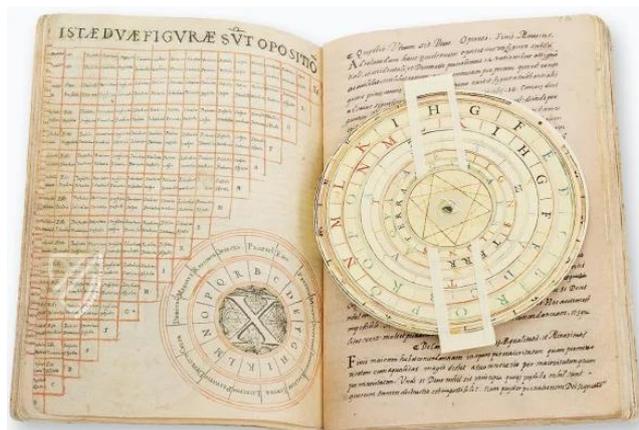
Fonte: Domestika, 2020.

É possível inferir que o volvelles de Matthew Paris, retratado na Fig. 14, foi produzido com uma riqueza de detalhes com a finalidade de expressar ao leitor informações que talvez, não ficasse clara ao registrar por meio da escrita. Outro detalhe que merece destaque é que mesmo com a falta de recursos tecnológicos, inerente da época, Matthew conseguiu agregar em uma única peça *pop-up* fenômenos da natureza a eventos religiosos.

Em outras literaturas, o místico e poeta Ramon Llull é apontado como sendo o primeiro a desenvolver a técnica do volvelles em suas obras no século XIII (Montanaro,[20-?]; Pop-up and Movable Books,[20-?]). A Fig.15 faz referência a um volvelle de Ramon Llull existente em sua obra *Ars Magna Generalis*.

Volvelles, nome derivado do termo em latim *volvere* (gitar), ou discos giratórios são feitos de papel sobrepostos, presos pelo centro a uma página, podendo fazer associação com letras, símbolos, números ou qualquer imagem, por meio da sua rotação, conforme representado na Fig.16 (COSTA, 2016).

Figura 15- Volvelle de Ramon Llull.



Fonte: Domestika, 2020.

Figura 16 - A volvelle da lua usado no Zodíaco, século XV.



Fonte: Wikipédia

A rotação independente das peças volvelles tinha a finalidade de ilustrar e ensinar conceitos sobre diversos temas como anatomia, Astronomia, misticismo, navegação, matemática e outros. O volvelle da lua e o volvelle do calendário descrito no livro *Astronomicum Caesareum* (Fig.17) são alguns exemplos da utilização dos volvelles para fins educativos.

Figura 17 - Um volvelle do livro *Astronomicum Caesareum*.

Fonte: Apianus, 1540.

As versões iniciais do *pop-up* foram produzidas na Inglaterra e na Alemanha, divulgando-se posteriormente para toda a Europa. Os exemplares

apresentavam características rudimentares com um a quatro *pop-up* por livro (ROSA, 2016).

Inicialmente, os livros *pop-up* não foram projetados para o público juvenil, destinando-se ao propósito acadêmico. Neste contexto, convém destacar os livros *Calendarium* e *Catoptrum microcosmicum* que utilizavam a técnica de dobraduras e texturas para ilustrar suas imagens. O livro *Calendarium* foi publicado em 1476 com a finalidade de descrever as fases da lua (Fig.18). O manual de anatomia *Catoptrum microcosmicum* foi publicado em 1619 com o intuito de simular cadáveres abertos (Fig.19).

Figura 18 - Um peça móvel do livro *Calendarium*.



Fonte: DOMESTIKA, 2020.

Figura 19 - *Catoptrum microcosmicum*.



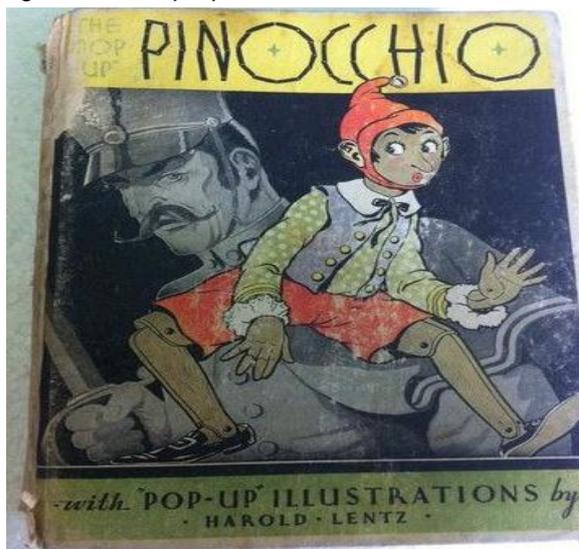
Fonte: DOMESTIKA, 2020.

No final do século XVIII, a técnica *pop-up* começa a ser aplicada com a finalidade de entretenimento nos livros infantis. A partir do século XX, os livros *pop-up* infantis começaram a ser amplamente produzidos e divulgados para vários países, como Alemanha, Grã-Bretanha e, posteriormente, EUA e Japão.

O termo *pop-up* nos livros foi utilizado na década de 1930 pelo escritor Harold Lentz para designar as ilustrações móveis contidas em seus livros infantis (ROSA, 2016). O livro Pinocchio, publicado em 1932, informa em sua capa que as ilustrações contidas nele são feitas com a técnica *pop-up* (Fig. 20).

Na Fig. 21 é possível observar como o personagem principal “salta” do livro ao ser aberto, tornando mais lúdico e interativo para o leitor. Provavelmente, esta publicação deve ter causado no público infantil e adulto um deslumbramento ao foliar as páginas do livro e perceber que as imagens ganhavam mobilidade.

Figura 20 – *Pop-up* no livro Pinocchio.



Fonte: Wikipédia

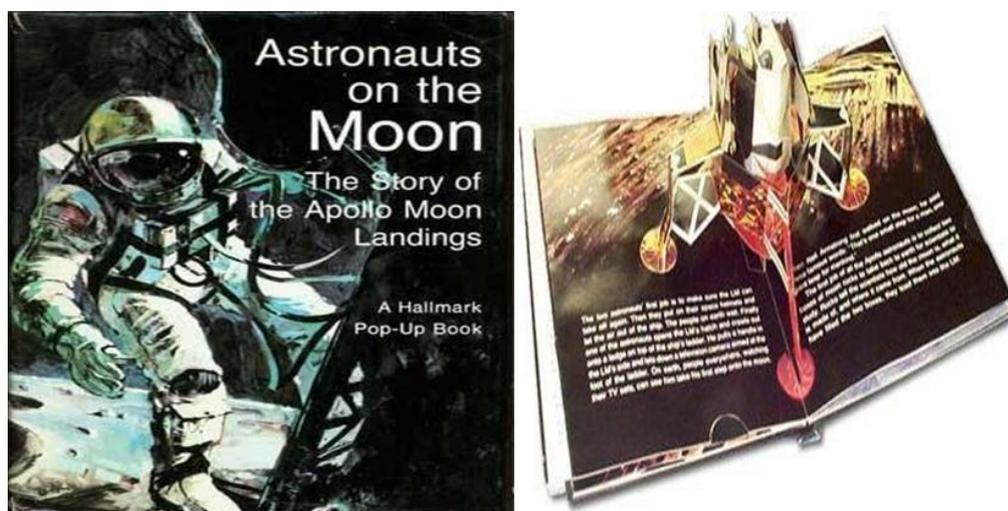
Figura 21- Interior do livro de Pinocchio.



Fonte: Rosa, 2016

Outro exemplo da utilização do *pop-up* é observado no livro *Astronauts on the Moon: the story of the Apollo Moon landings*, produzido por Stanley Hendricks em 1970 (Fig.22). Este livro emprega a técnica *pop-up* para retratar de forma tridimensional a viagem espacial do homem à lua, expressando um interesse do autor em tornar acessível o conhecimento científico por meio do lúdico.

Figura 22 - A capa e o interior do livro *pop-up* *Astronauts on the Moon*.



Fonte: *Pop-up and Movable Books*, 20-?.

Existem diversos exemplos de livros *pop-up* que foram produzidos a partir do século XX com os personagens famosos da Walt Disney, como o Mickey, Minnie e outros (SOLER, 2020). A técnica *pop-up* continua sendo veiculada nos

livros infantis para retratar diversas temáticas, reforçando desta forma, sua importância pedagógica no processo de apropriação do conhecimento de forma interativa.

Em sua grande maioria, os livros didáticos apresentam em seu contexto uma formatação que não desperta mais o interesse dos discentes para a busca do conhecimento. Por apresentar uma linguagem rebuscada e com exemplificações em seus textos que não condiz com a regionalização do leitor, o livro didático torna-se enfadonho e de difícil compreensão, podendo provocar um distanciamento/entrate do leitor na apropriação do conhecimento e no interesse por ler qualquer outra obra literária.

Os livros *pop-up*, por sua vez, conseguem prender a atenção do leitor por conter elementos que aguçam a curiosidade ao utilizar um conjunto de técnicas que empregam recursos táteis, visuais e verbais. Assim, os livros estilos *pop-up* poderiam ser usados como uma estratégia para despertar e resgatar nos discentes o interesse e o gosto pela leitura.

A confecção de livro *pop-up* requer a utilização de um conjunto de técnicas com o papel, que envolvam formas de dobraduras, recortes e colagem e definição de ângulos, que proporcionem criar com contexto tridimensional, móvel e retrátil (JACKSON, 1993). De acordo com Lima (2013), os profissionais que trabalham com a manipulação de papel recebem a denominação de engenheiros de papel e atuam em parceria com escritores e ilustradores na elaboração do projeto de um livro *pop-up*. Conforme, a concepção de Lima (2013), é um projeto trabalhoso por necessitar de diversos protótipos até conseguir o resultado esperado pelo autor.

A engenharia de papel compreende um conjunto de técnicas tendo como material principal a utilização do papel na execução de projeto. Para Barelli (2013, *apud* LIMA, 2013), a engenharia de papel é compreendida como:

“Um segmento do design que trabalha com dobras, cortes e vincos para criar estruturas, mecanismos e formas tridimensionais a partir de planos propiciados pelo papel, sendo que sua mais importante atuação é no designe editorial, no projeto de livros *pop-up*”(BARELLI, 2013 *apud* LIMA, 2013).

O livro *pop-up* pode ser utilizado como um recurso didático no processo de ensino aprendizagem por apresentar uma formatação tridimensional e lúdica

que consegue envolver o leitor a cada página folheada, possibilitando uma melhor compreensão de determinado conteúdo de forma interativa.

Para Assad (2018), o livro *pop-up* é um instrumento lúdico que objetiva facilitar o entendimento e a aprendizagem. Silva *et al.*(2018), discorre sobre o impacto positivo que teve o processo de confecção do livro *pop-up* sobre histologia, realizado pelos discentes de licenciatura em Ciências Biológicas. Para os autores, a confecção do livro contribuiu de forma significativa para um melhor aprendizado, além de ter tornado as aulas de histologia mais interessantes.

### 3.2 Sequência Didática (SD)

A sequência didática (SD) é uma ferramenta pedagógica que o docente utiliza para desenvolver uma determinada temática, seguindo uma proposta sequenciada por um conjunto de atividades interligadas por diversas etapas. O intuito desta proposta é a construção do conhecimento de forma planejada e gradual, partindo dos conhecimentos prévios dos discentes até atingir os níveis progressivos das atividades ordenadas.

Dolz *et al.*, (2004) definem sequência didática como um “conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito”. Para esses autores, as sequências têm por objetivo o aperfeiçoamento das práticas de escrita e de produção oral mediante a aquisição de determinados procedimentos e práticas.

A sequência didática é idealizada e executada para a concretização de determinados objetivos educacionais, apresentando em sua estruturação começo e fim estabelecido pelo docente (Zabala,1998).

A estratégia da SD proporciona o desenvolvimento de atitudes reflexivas sobre uma determinada situação-problema, permitindo que o tema seja discutido e analisado de maneira que possa levar os discentes a aquisição de novos conceitos. Leal (2013), enfatiza que o docente pode utilizar SD para organizar jogos em sala de aula, tornando-se uma ferramenta importante para o desenvolvimento de estratégias que facilitam a contextualização do conteúdo.

A elaboração de atividades de ensino pelo docente representa um papel importante, pois servirá para os discentes como um instrumento que permitirá estabelecer um elo entre os conhecimentos prévios e os conhecimentos de

ciências. No entanto, para que isto ocorra, é necessário que o docente crie um ambiente que propicie o diálogo, o desenvolvimento do pensamento argumentativo e a elaboração de hipótese, diante do conhecimento científico apresentado em sala de aula.

A aplicação da SD sobre os fatores abióticos existentes na biosfera terrestre em comparação com os quatro satélites naturais de Júpiter, terá por objetivo fazer com que os discentes compreendam quais fatores são importantes para a existência e manutenção da vida na Terra e, se tais fatores podem ser encontrados nos quatro satélites naturais de Júpiter.

A utilização de uma SD, em sala de aula, é uma ferramenta que auxilia no processo de uma aprendizagem significativa, por apresentar em sua estruturação elementos que permitam interagir os conhecimentos científicos com os conhecimentos prévios.

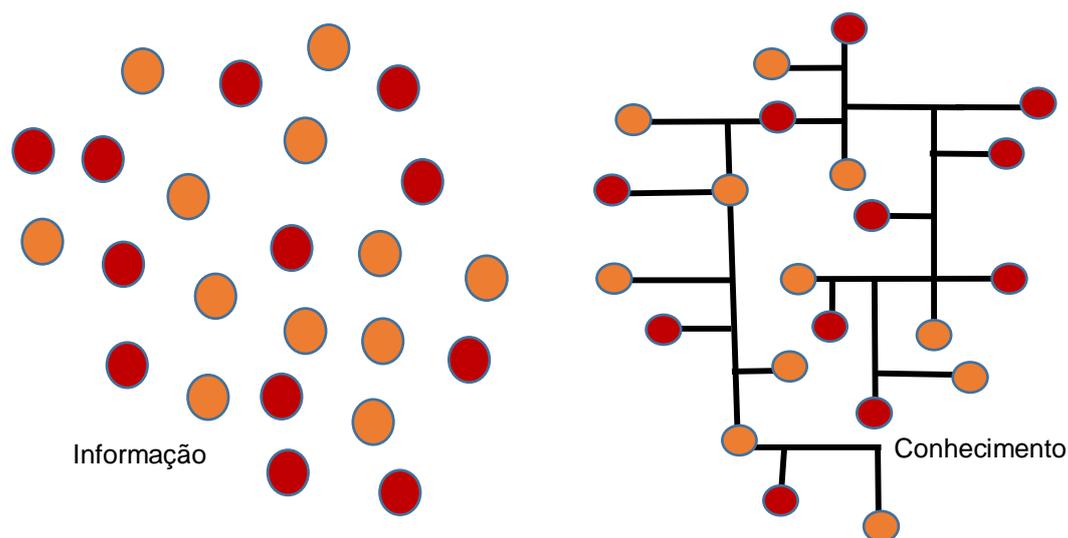
### 3.2.1 Aprendizagem Significativa

A SD, como um recurso didático, apresenta procedimentos metodológicos, em conformidade, com os objetivos que se pretendem alcançar com o desenvolvimento sequenciado das atividades. Desta forma, a SD assume papel importante no processo de ensino-aprendizagem por contribuir na construção de uma aprendizagem significativa. Convém ressaltar, que simplesmente o acesso a informação não garante a aquisição do conhecimento pelo discente, pois informação e conhecimento assumem conotação distintas no processo de aprendizagem.

Para Andrade e Senna (2014), é preciso compreender a diferença entre informação e conhecimento, antes de tecer comentários sobre aprendizagem significativa. As autoras mencionam que somos expostos a diversas informações, no entanto, estas informações precisam ser associadas e agregadas a outras informações de seu universo de conhecimento, para de fato tornar-se conhecimento assimilado pelo indivíduo (Fig.23).

Conforme, a esquematização da Fig. 23, é possível inferir que apenas a informação passada pelo docente não é garantia que o conhecimento sobre um determinado conteúdo aconteceu de forma satisfatória para o discente.

Figura 23 - Esquematisação sobre a diferença entre informação e conhecimento.



Fonte: Andrade & Senna, 2014, p. 27.

O conhecimento para que ocorra precisa ser sistematizado a provocar mudanças, por meio da construção de atitude crítica na forma de pensar e ver o mundo que o rodeia. O conhecimento assimilado é descrito por Andrade e Senna (2014) como “aquele capaz de mudar em algum aspecto a nossa compreensão das coisas ou visão de mundo”.

O conceito de aprendizagem significativa proposto por David Ausubel, em 1963, trouxe um novo olhar para o processo de ensino aprendizagem. De acordo Ausubel *et al.* (1980, *apud*, LEMOS, 2011), a aprendizagem significativa consiste em um processo no qual o indivíduo relaciona uma nova informação de forma não arbitrária e substantiva com aspectos relevantes presentes na sua estrutura cognitiva. Para Ausubel, os novos conhecimentos adquiridos precisam se relacionar com os conhecimentos prévios, estes denominados por subsunçor.

Então, a aprendizagem significativa acontece no momento que a nova informação firma-se em subsunçores preexistentes na estrutura cognitiva do discente, ocasionando alterações no conceito do subsunçor. A estrutura cognitiva é compreendida por Ausubel, como estruturas hierárquicas de conceitos obtidos a partir de representações de experiências sensoriais do indivíduo. Para corroborar como a explanação supracitada, Lemos (2011) destaca:

“quando a estrutura cognitiva do indivíduo não possui subsunçores diferenciados e estáveis para ancorar (subsumir) a nova informação, o

indivíduo a armazenará de forma literal e não substantiva, ou seja, realizará aprendizagem mecânica”.

Na aprendizagem significativa é preciso compreender as responsabilidades pertinentes de cada indivíduo no processo de ensino e aprendizagem, ou seja, qual é o papel do docente e do discente para que efetivamente se concretize a aprendizagem. É papel do professor sondar os conhecimentos prévios e traçar as estratégias que facilitará a aquisição do conhecimento, por meio da organização e elaboração de materiais educativos. Já o discente precisa ter autonomia do processo de construção de sua própria aprendizagem, resignificando o novo conhecimento a partir de seus conhecimentos prévios.

Andrade e Senna (2014) esclarece de que forma ocorre o papel de mediador do professor ao afirmar que:

“O professor assume o papel de mediador na relação entre o discente e o conhecimento, auxiliando-o a organizar o mosaico de seu próprio pensamento e a perceber-se como um explorador das linguagens do universo, como um sujeito do conhecimento”.

Ao assumir o papel de mediador, o professor, instiga o discente a investigação científica ao propor a busca por respostas para as situações problemas vivenciadas no contexto da sala de aula ou fora dela. Assim, a SD é uma estratégia facilitadora na construção de uma aprendizagem significativa, ao proporcionar a aquisição de novos conhecimentos, por explorar e problematizar os conhecimentos prévios dos discentes a cerca de uma temática.

#### **4 METODOLOGIA**

O presente capítulo discorre sobre os passos metodológicos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa: “Ensino de Astrobiologia a partir da biosfera terrestre em comparação com a composição química dos principais satélites naturais de Júpiter”. O desenvolvimento da pesquisa fundamentou-se no estudo bibliográfico e na produção dos produtos educacionais.

Os produtos educacionais desenvolvidos nesta pesquisa foram uma Sequência Didática ( Apêndice A) e um livro estilo *pop-up* sobre os principais satélites naturais de Júpiter designados por Io, Europa, Calisto e Ganímedes.

A pesquisa supracitada foi estruturada para os discentes do 6º ano do Ensino Fundamental, do Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC), pertencente à rede estadual de ensino no estado da Bahia, município de Feira de Santana. Embora a pesquisa contemple o 6º ano, esta pode servir de embasamento para os outros anos finais do Ensino Fundamental.

A escolha do 6º ano do Ensino Fundamental não ocorreu de forma aleatória, mas sim, por ser o ano em que a autora lecionava na unidade escolar supracitada.

#### 4.1 Classificação da pesquisa

O delineamento do tipo de pesquisa foi estabelecido em conformidade com os objetivos que precisavam ser alcançados e a forma de abordagem do problema. Assim, o desenvolvimento deste estudo foi embasado em uma pesquisa exploratória com uma abordagem qualitativa.

De acordo com Gil (2002), a pesquisa exploratória consiste em abordar o problema de forma a torná-lo acessível, com o intuito de promover a formulação de hipóteses e aprimoramento de ideias. O estudo bibliográfico é uma das formas utilizadas na pesquisa exploratória para investigação a partir do material científico já produzido sobre uma determinada temática.

Neste estudo, a pesquisa exploratória consistiu em apontar conceitos, importância e aplicabilidade da Astrobiologia no componente curricular Ciências, além de discorrer sobre os fatores abióticos que permitem a manutenção da vida em nosso planeta e, se estes fatores estão presentes nos principais satélites naturais de Júpiter.

A abordagem qualitativa está associada ao fato do estudo ser de caráter exploratório, em que os sujeitos da pesquisa são estimulados a interpretar fenômenos e atribuir significados. A Sequência Didática, produto educacional desta pesquisa, apresenta uma abordagem qualitativa por estimular nos discentes a imaginação, a investigação científica, a formulação de hipóteses e a interpretação de fenômenos.

## 4.2 Descrição dos produtos educacionais

Os produtos educacionais são instrumentos de aprendizagem construídos a partir de um estudo de pesquisa, com finalidade de subsidiar a prática docente por meio de atividades planejadas sobre uma temática específica. O interessante dos produtos educacionais é que ficam disponíveis a qualquer docente que deseje inovar sua prática pedagógica utilizando o lúdico.

A aplicabilidade dos produtos educacionais ficou comprometida em consequência da pandemia causada pelo Covid-19 que levou à suspensão das aulas no ano de 2020 em toda rede pública de ensino. Portanto, serão elencados os passos que nortearam a construção dos produtos educacionais e como estes podem ser trabalhados pelo docente em suas aulas de forma a promover uma aprendizagem significativa.

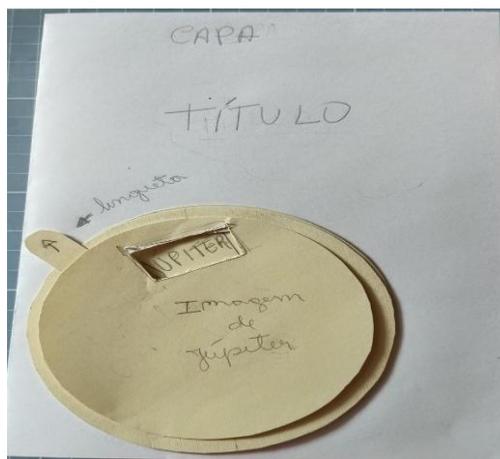
Para este estudo, os produtos educacionais almejados foram um Livro *Pop-Up* e uma Sequência Didática. A elaboração e montagem do livro exigiram a aquisição de conhecimentos relacionados a técnica *pop-up*, além do domínio de recursos tecnológicos. A seguir, serão descritas as etapas percorridas e os materiais utilizados para construção dos referidos produtos.

### 4.2.1 Livro *pop-up*

O livro *pop-up* foi desenvolvido tendo como temática os principais satélites naturais de Júpiter. Para a confecção do livro tornou-se necessário assistir tutoriais disponíveis na plataforma de armazenamento do Youtube™ e participação no curso on-line - Criação de livros *pop-up*, disponível na plataforma do Curso da Domestika.

A utilização da técnica *pop-up* exige paciência para a confecção das peças, pois a montagem e o dimensionamento das mesmas são susceptíveis a possíveis erros pela falta de habilidade do iniciante. A depender das peças *pop-up* que se deseja construir, é preciso ter conhecimento sobre ângulos, raio, figuras geométricas, dobradura e montagem das linguetas. A lingueta é uma tira de papel presa a peça *pop-up* que serve para indicar a direção a ser puxada (Fig. 24).

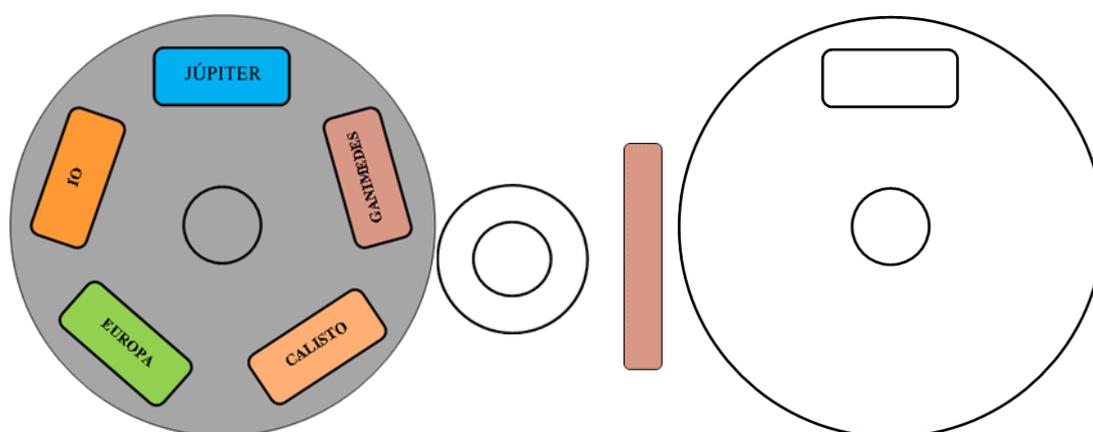
Figura 24 – Lingueta usada para mover uma peça móvel.



Fonte: A autora, 2021.

A Fig. 24 demonstra a utilização da lingueta em uma peça *pop-up* confeccionada para capa do livro. A mobilidade da peça acontece quando o leitor move a lingueta. A estratégia da técnica da lingueta é tornar as peças mais atrativas e dinâmica devido as informações ficarem ocultas e só com a participação do leitor podem ser visualizadas. Esta peça giratória é fácil de produzir e montar, pois é formada por dois círculos de tamanhos diferentes, uma lingueta e um círculo menor que serve para fixar os dois círculos maiores (Fig. 25).

Figura 25 – Peça *pop-up* giratória.



Fonte: A autora, 2021.

A produção desta peça giratória estimula os discentes a compreender conceitos de círculo, diâmetro e raio, além de aprender a manusear o compasso. Qualquer componente curricular pode utilizar esta peça como um recurso

didático para registrar informações consideradas pelo docente como importantes no processo de aprendizagem.

Para a produção e montagem do livro foi necessário colocar em prática as técnicas aprendidas com os tutoriais. Inicialmente, foram confeccionadas peças *pop-up* aleatórias para aprender a técnica de como dimensionar, dobrar e montar (Fig.26).

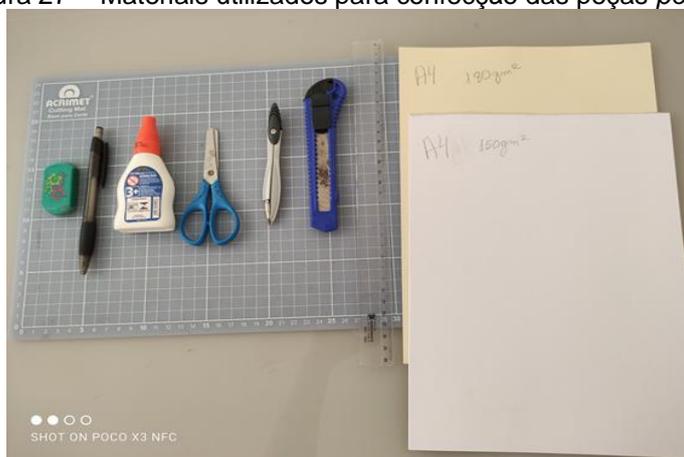
Figura 26 - Modelos de peças *pop-up*.



Fonte: A autora, 2021.

Na construção das peças foram utilizados os seguintes materiais: base para corte, borracha, lápis, cola, tesoura, compasso, estilete, régua, papel A4 de gramatura de 150g<sup>m2</sup> e 180g<sup>m2</sup> (Fig. 27).

Figura 27 - Materiais utilizados para confecção das peças *pop-up*.

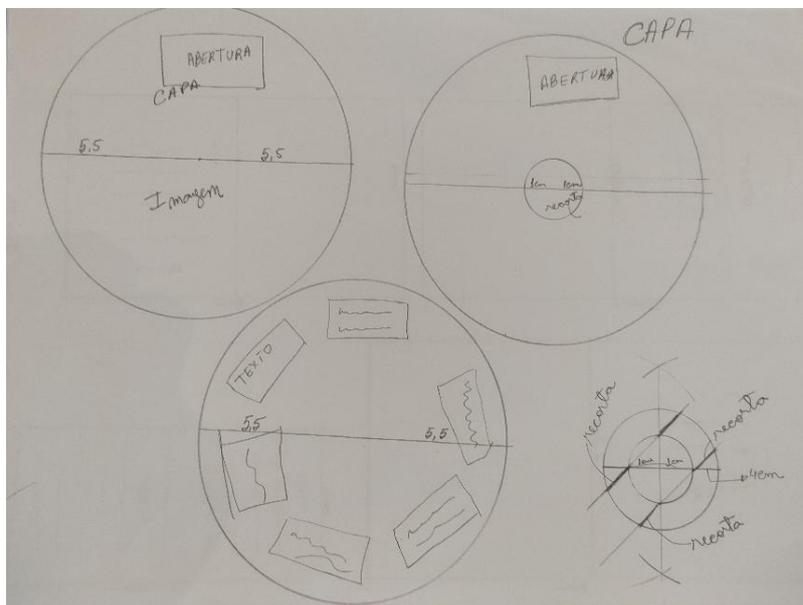


Fonte: A autora, 2021.

A etapa seguinte consistiu em fazer um levantamento das informações abordadas no livro e, em seguida, o planejamento das peças. As peças *pop-up*

foram desenhadas em folha de papel ofício já com as dimensões e formatos definidos. A Fig. 28 representa as partes que formam a peça giratória montada na capa do livro.

Figura 28- Desenhos das peças *pop-up* com as medidas em centímetros.

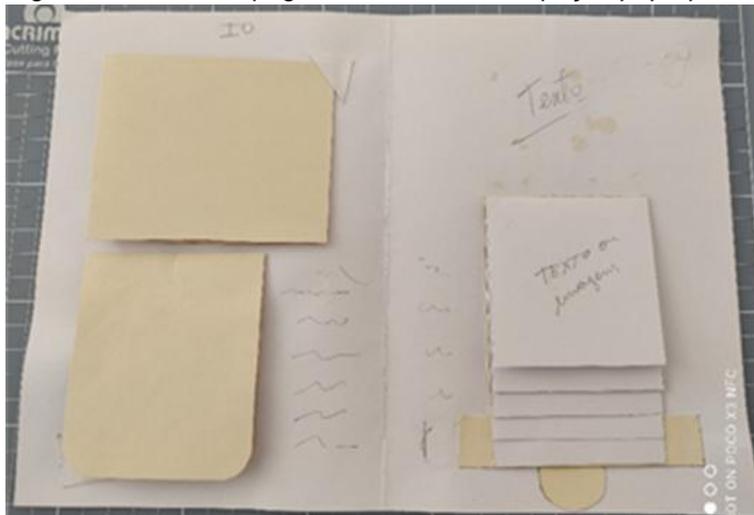


Fonte: A autora, 2021.

Cada página do livro foi esquematizada com um conjunto de peças *pop-up* que foram confeccionadas e montadas. Após a esquematização das peças, iniciou-se o processo de confecção das mesmas com folhas A4 de gramatura de 180gm<sup>2</sup>. Foi escolhida a gramatura de 180gm<sup>2</sup> por ser uma folha mais resistente para manipulação e dobradura das peças. Em seguida, as peças foram montadas em uma folha A4 branca, gramatura 150gm<sup>2</sup>, dobrada ao meio para estruturar o formato do livro.

As etapas de planejamento, confecção e montagem exigiram uma demanda maior de tempo por trata-se de um trabalho manual que requer prática na produção das peças. Outro detalhe importante é que as peças precisam ter as dimensões e o alinhamento em conformidade com o tamanho das páginas do livro. A Fig. 29 apresenta a organização das peças montadas em umas das páginas do livro. Em cada página o leitor encontrará informações nas peças *pop-up* referentes a temática Júpiter e seus principais satélites naturais.

Figura 29- Uma das páginas do livro com as peças *pop-up*.



Fonte: A autora, 2021.

Algumas peças demandaram um tempo maior para sua confecção devido a sua complexidade e falta de habilidade. Uma das peças que exigiu um trabalho minucioso foi a produção de uma casa móvel (Fig. 30).

A Fig. 30 busca retratar a entrada do Observatório Astronômico Antares, localizado no bairro Jardim Cruzeiro, no município de Feira de Santana-Ba. O intuito desta página é divulgar a importância do Observatório Antares na popularização científica por meio de atividades realizadas nos setores do museu Antares, experimentoteca e dos planetários fixo e itinerante.

Figura 30 – Página retratando o Observatório Antares.



Fonte: A autora, 2021.

A montagem do livro utilizou 8 folhas de papel A4 150gm<sup>2</sup> dobrado ao meio, formando no total de 16 páginas (Fig. 31). O livro está organizado em capa, introdução, Observatório Antares, Júpiter, Io, Europa, Ganímedes, Calisto, finalizando com a Terra. Esta montagem refere-se apenas o protótipo do livro, ou seja, é o arcabouço com todas as peças a serem editadas na etapa seguinte.

Figura 31 - Livro montado com todas as peças *pop-up*.



Fonte: A autora, 2021.

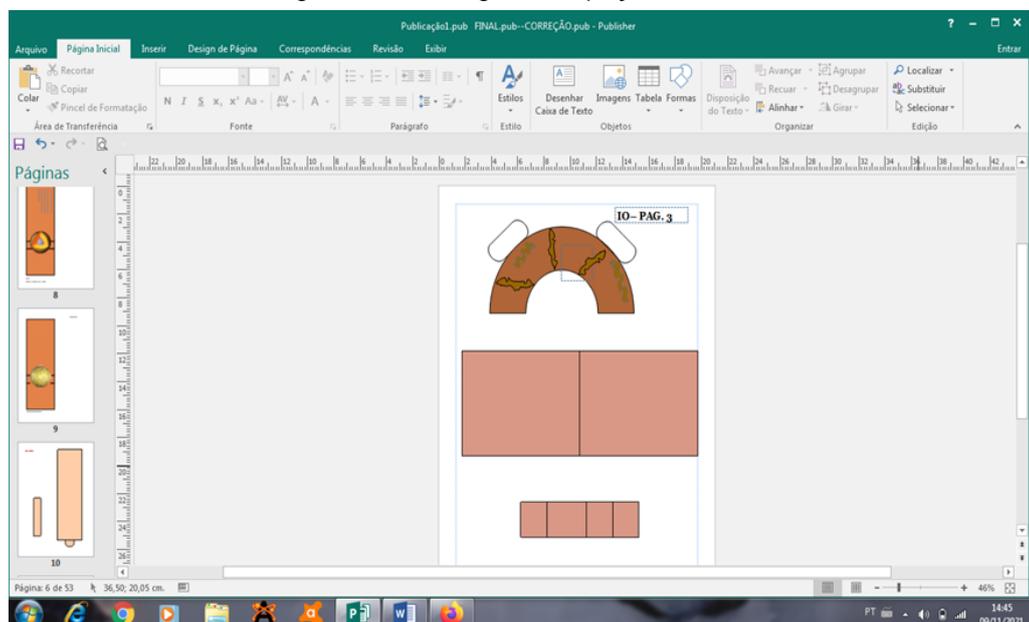
O próximo passo foi montar e editar todas as peças em um software. Esta etapa foi uma das mais difíceis, devido à dificuldade de operacionalização de um programa que montasse as peças nas dimensões e formas definidas. Existem diversos software que são usados para a criação de desenhos, no entanto, o entrave principal consistiu em saber manusear o programa de forma satisfatória.

Outro entrave consistiu na impossibilidade de buscar um profissional habilitado que pudesse fazer a edição das peças, devido ao distanciamento social exigido em decorrência da pandemia do Covid-19. Por fim, conseguir baixar o software Publisher e fazer as peças, após algumas tentativas frustradas em não saber usar outros programas.

O programa Microsoft Publisher faz parte do pacote da Microsoft Office, tendo como finalidade a diagramação de layouts com textos, fotografias, gráficos e outros. Este programa, apesar de não possuir muitas ferramentas para diagramação, possibilitou a edição das peças *pop-up* planejadas para o livro (Fig. 32). Convém destacar, que este software é usado para desenvolver trabalho de

diagramação simples, não sendo apropriado para criação de desenhos artísticos como as peças *pop-up*.

Figura 32- Montagem das peças no Publisher.



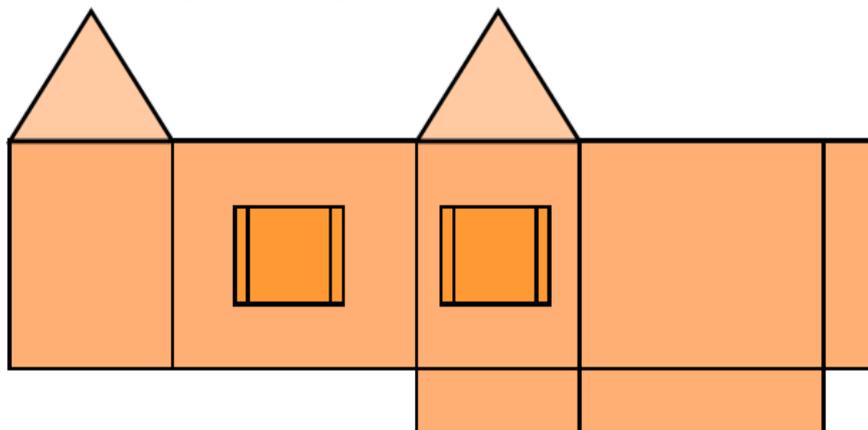
Fonte :A autora, 2021.

O detalhe principal para diagramação das peças usando o software Publisher era como fazer e dimensionar da forma correta. Então, surgiu a ideia de fazer a junção de várias formas geométricas para desenhar as peças planejadas para o livro. Inicialmente, demorou dias para a montagem das primeiras peças no programa. Para quem trabalha com diagramação profissional e com programas específicos, com certeza, seria mais rápido e menos trabalhoso a execução dessas peças.

As peças foram desenhadas utilizando figuras geométricas disponíveis no próprio software Publisher. A quantidade e o tipo de figura variou de acordo com o formato da peça. Assim, algumas peças exigiram, para sua montagem, duas ou três figuras geométricas distintas, tornando mais fácil a sua produção.

Na montagem da casa foi necessário agrupar diversas formas geométricas com diferentes dimensões para configurar o formato tridimensional ao ser montada. O interessante na construção desta peça é perceber que o docente de matemática pode estimular os discentes a desenhar e montar a casa com o intuito de facilitar a compreensão de conteúdos de geometria de forma lúdica (Fig. 33).

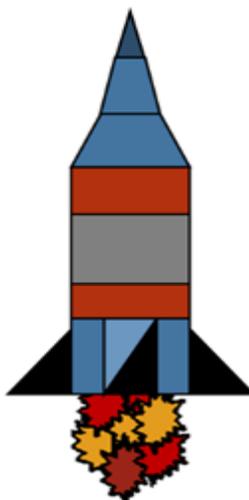
Figura 33 - Diagramação da casa montada no livro.



Fonte: A autora, 2021.

Outras peças, por serem mais complexas, necessitaram do agrupamento de diferentes representações geométricas como, por exemplo, a montagem do foguete (Fig.34). O foguete foi uma das peças mais difíceis de produzir no Publisher, devido a necessidade de utilizar figuras geométricas com diferentes formas e tamanho.

Figura 34 - Representação de um foguete.



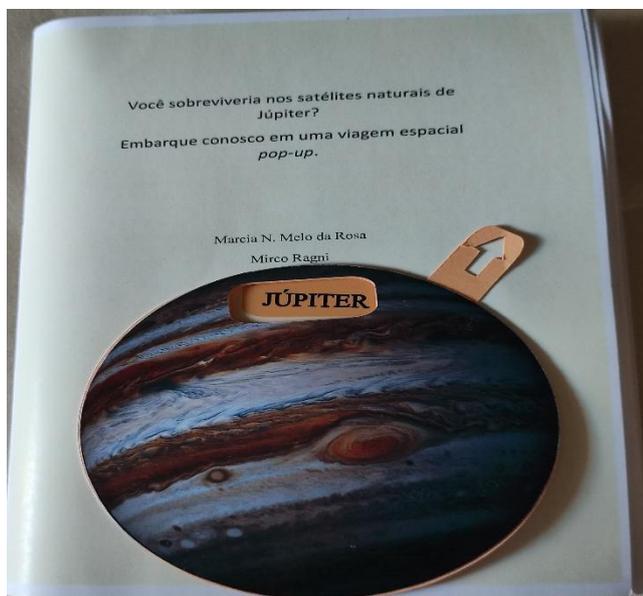
Fonte: A autora, 2021.

O próximo passo, após a montagem de todas as peças no Publisher, foi a edição das imagens e das informações obtidas por meio da pesquisa bibliográfica referentes a Júpiter e seus principais satélites naturais.

A finalização do livro consistiu em contratar um profissional que atua na produção de caixas artesanais personalizadas para que fizesse o processo

de impressão e montagem manual das peças, conforme o protótipo do livro (Fig. 35). É importante ressaltar que as gráficas contactadas, no município de Feira de Santana, não fazem a impressão das peças nas folhas com a gramatura exigida para os *pop-up*.

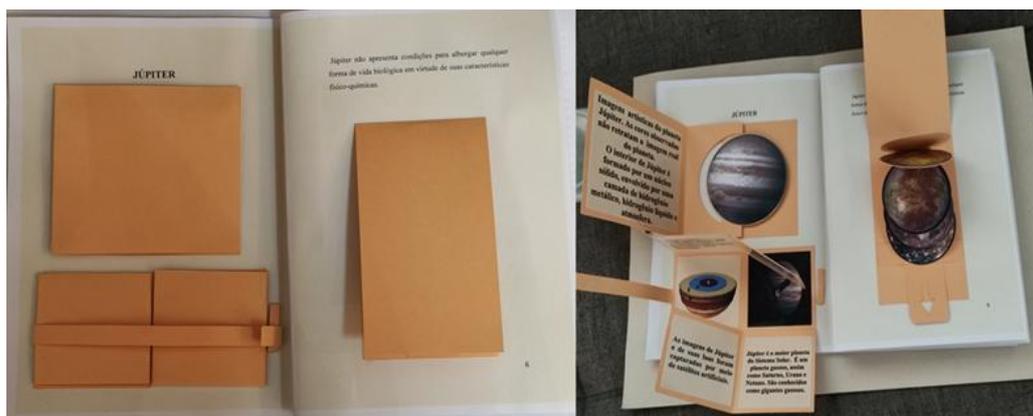
Figura 35 – Capa do livro



Fonte: A autora, 2021.

Ao abrir cada página do livro o leitor encontrará informações referentes as características físico-químicas de Júpiter e seus principais satélites naturais (Fig. 36). Outro ponto importante do livro é instigar o leitor a questionar se existe alguma possibilidade dos satélites naturais de Júpiter albergar alguma forma de vida.

Figura 36 –Uma das páginas do livro abordando sobre Júpiter.

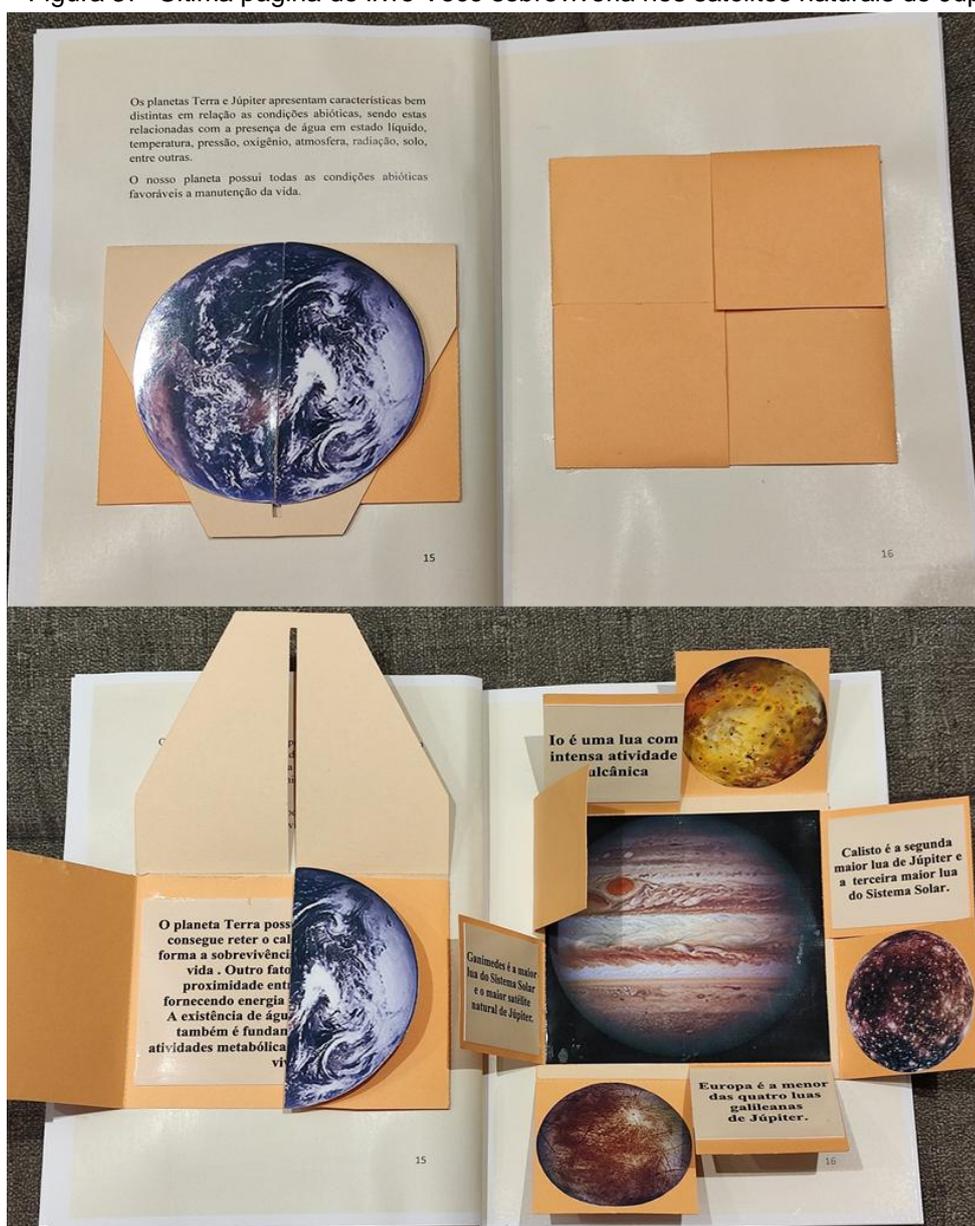


Fonte: A autora, 2022.

A última página do livro traz aspectos sobre a Terra e Júpiter com o intuito de demonstrar que são planetas com características abióticas distintas (Fig.37). A pretensão do livro é utilizar o lúdico para despertar o interesse do leitor por temas relacionados a Astronomia e Astrobiologia por meio da técnica *pop-up*.

A finalização do livro “Você sobreviveria nos satélites naturais de Júpiter?” reflete a superação de muitos desafios que surgiram ao longo de sua produção, além de ter proporcionado a aquisição de novos conhecimentos e habilidades que precisaram ser construídos a cada página que era montada.

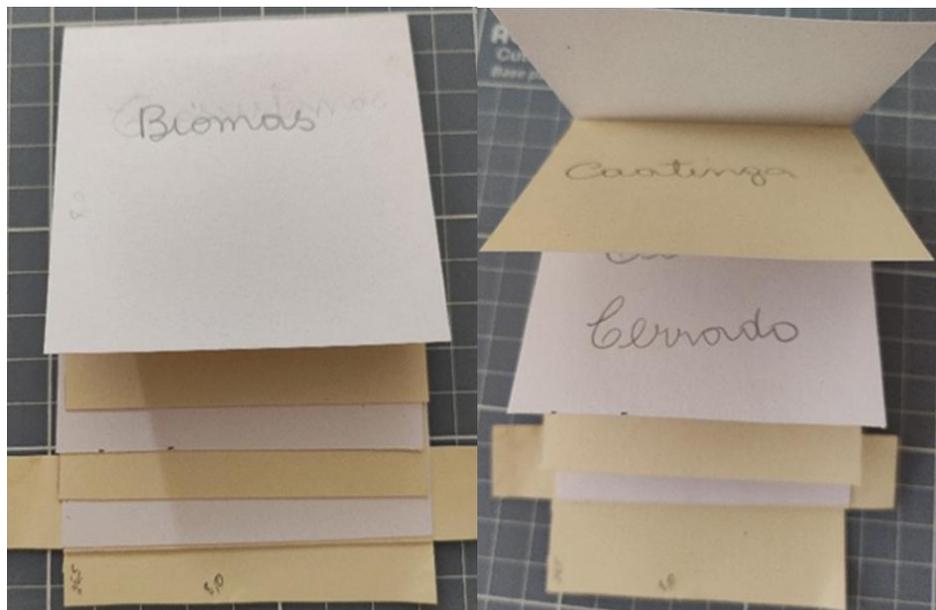
Figura 37- Última página do livro Você sobreviveria nos satélites naturais de Júpiter?



Fonte: A autora, 2022.

A proposta deste produto educacional é mostrar que a técnica *pop-up* é uma ferramenta que desperta o interesse e prende atenção do leitor em querer desvendar o que está escondido entre as dobraduras de papel. O docente pode confeccionar peças simples para demonstrar uma temática, sem recorrer, necessariamente, a produção de um livro (Fig. 38).

Figura 38 – Modelo cascada.



Fonte: A autora, 2021.

A peça ilustrada na Fig. 38, exemplifica uma das formas de utilizar *pop-up* para abordar o tema bioma. Esta peça é conhecida como cascata, pois ao puxar a lingueta as abas levantam-se e aparecem outras abas com mais informações.

Existem diversos tutoriais que ensinam como produzir deste de peças mais simples até as mais complexas. No início parece complicado e de difícil execução, mas com persistência e determinação consegue-se resultados fantásticos.

#### 4.2.2 Sequência Didática

A Sequência Didática (SD) intitulada - Comparação dos fatores abióticos da biosfera terrestre com os principais satélites naturais de Júpiter- foi

estruturada em quatro etapas, sendo atribuído para cada uma delas uma atividade a ser desenvolvida pelos discentes.

Esta SD surgiu da necessidade de relacionar os fatores abióticos existente em nosso planeta com a manutenção da vida nos diferentes ecossistemas. Inicialmente, é preciso dialogar com os discentes sobre o que é um ecossistema e as formas de interação entre os fatores bióticos e os abióticos. É preciso explanar algumas considerações sobre ecossistema, antes de adentrar nas atividades da SD.

Os ecossistemas são formados por um conjunto de organismos vivos, interligados com os fatores abióticos. Para a sobrevivência dos organismos é necessário que ocorra uma interação com o ambiente onde estão inseridos. A forma de interação com o ambiente varia de acordo com a adaptação de cada ser vivo. Aqui, abre-se um parênteses para o docente abordar os seres extremófilos.

Existem vários tipos de ecossistemas, desde os mais simples como uma poça de água, até os mais complexos como uma floresta. Um ecossistema é constituído pelos fatores bióticos, que são os seres vivos, e pelos abióticos, representados por componentes físicos e químicos. A água, umidade, solo, nutrientes, luz solar, gases, temperatura, ar, chuvas, pressão e outros, são exemplos de fatores abióticos. Estes fatores nortearão as reflexões sobre as características físico-química em outros planetas ou satélites naturais.

Esta SD supracitada agrega diversos objetivos a serem alcançados com desenvolvimento das atividades propostas. Conforme, o Quadro 07, é possível observar que as atividades da SD foi elaborada visando promover uma compreensão de como fatores abióticos da biosfera terrestre influenciam na manutenção da vida em nosso planeta. A dinâmica da SD permite estimular o letramento científico dos discentes ao proporcionar uma contextualização dos conteúdos com as práticas investigativas que subsidiaram o conhecimento científico sobre origem e manutenção da vida, tal como a conhecemos.

**Quadro 07** – Objetivos a serem alcançados com a SD.

- Compreender o conceito de fatores abióticos;
- Identificar os fatores abióticos existentes na biosfera terrestre e sua importância para a manutenção da vida na Terra;

- Comparar a biosfera terrestre com Júpiter e seus principais satélites naturais;
- Compreender como são feitas as investigações astronômicas em outro planeta;
- Relacionar Astrobiologia como uma ciência que investiga a existência de vida fora da Terra.

Fonte: Autora, 2021.

A SD foi elaborada para os discentes do 6º ano, no entanto, pode ser adaptada para os outros anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. A SD não é uma estratégia “engessada”, portanto, pode ser reorganizada de acordo com a necessidade do docente. A proposta da SD é traçar possibilidades de uma nova abordagem dos objetos do conhecimento do componente curricular Ciências com a Astrobiologia.

Para a aplicação da SD foram planejadas 10 aulas. No entanto, está quantificação é uma estimativa, pois depende de vários fatores que podem interferir no momento da execução da atividade. Esta sequência que não requer muitos recursos para sua execução, pois necessita de materiais de fácil acesso como: lousa, imagens de ecossistemas, livro didático, imagens de Júpiter e seus satélites naturais.

A SD está dividida em quatro etapas com o intuito de observar as competências e habilidades desenvolvidas pelo discentes na execução das atividades sugeridas (Fig. 39). A seguir, será apresentada cada etapa da SD e como o desenvolvimento das atividades se inter-relacionam.

Figura 39 – Etapas da sequência didática.



Fonte: A autora, 2021.

Na primeira etapa da SD, os discentes serão estimulados a responderem alguns questionamentos relacionados com a temática proposta, conforme seus conhecimentos prévios. O intuito é instigar os discentes a construir hipóteses, investigar os conceitos e desenvolver autonomia na busca por respostas. A seguir, elencamos algumas questões que serão respondidas pelos discentes e, posteriormente, socializadas.

- Quais os fatores abióticos encontrados nos ecossistemas?
- Qual fator abiótico é importante para a manutenção da vida na Terra?
- Em todos os tipos de ambientes é possível encontrar seres vivos?
- Será que podemos encontrar os mesmos fatores abióticos em Júpiter?

A segunda etapa consiste na investigação e formulação de hipóteses a partir das imagens de ecossistemas e de Júpiter e seus principais satélites. É necessário que seja realizada a socialização das respostas referentes as perguntas feitas na primeira etapa para identificar os conhecimentos prévios dos discentes. Segundo Andrade(2014), neste momento não cabe fazer nenhum julgamento do conhecimento, avaliação ou crítica acerca dos conhecimentos prévios dos discentes.

A partir da leitura investigativa das imagens dos ecossistemas e dos astros, os discentes serão induzidos a registrar suas percepções sobre o tipo de ambiente que estão observando e quais os fatores abióticos que, possivelmente, podem ser encontrados em cada um deles. As leituras das imagens proporcionarão a construção de suas hipóteses, com o estabelecimento de estratégias de como resolvê-las ou os meios necessários para obter/validar as respostas das indagações. Ao final, os discentes irão socializar suas ideias, promovendo um momento de troca de informações do conhecimento baseado no senso comum.

O docente atuará como mediador, incentivando os discentes a desenvolver autonomia na construção de sua própria aprendizagem. Para tanto, é preciso que os discentes percebam que o caminho para resolução de suas hipóteses ocorre por meio do conhecimento científico, obtido nos livros didáticos, pesquisas em sites confiáveis e na experimentação.

Assim, para incentivar a investigação científica, mola propulsora na aquisição do conhecimento, é necessário que o docente estimule a realização

de pesquisas a partir da temática que deseja abordar. Para finalizar esta etapa da SD, é sugerido que os discentes busquem informações sobre as seguintes questões:

- Qual a importância da água para os seres vivos?
- Qual o papel do gás oxigênio ( $O_2$ ) e do gás carbônico ( $CO_2$ ) nos ecossistemas?
- Quais os fatores abióticos são importantes para manutenção da vida na Terra?
- No planeta Júpiter é possível encontrar algum ser vivo? Explique.
- Qual a composição química de Júpiter? E como foi realizada esta descoberta sobre Júpiter?
- Quais as principais características de Io, Europa, Calisto e Ganímedes, satélites naturais de Júpiter?
- Como são realizadas as investigações científicas em outros astros do Sistema Solar?

O incentivo a pesquisa fomenta a construção do conhecimento, além de despertar no discente um visão crítica e reflexiva sobre problemas que passavam despercebido. Nessa perspectiva, as questões supracitadas é um incentivo a iniciação científica, fomentando a argumentação com base em informações confiáveis, além de exercitar a curiosidade em investigar as causas dos problemas e criar possíveis soluções para os mesmos.

A próxima etapa consiste na resolução das hipóteses formuladas nas etapas anteriores. Diante das pesquisas desenvolvidas, os discentes são convidadas a resolver algumas situações-problemas com base nas informações obtidas nas atividades anteriores. A primeira atividade sugerida consiste em analisar a existência ou não de alguns fatores abióticos na Terra e nos satélites naturais de Júpiter, conforme exposto no Quadro 08. As letras P e A significam, respectivamente, presente e ausente.

Para a resolução da atividade do Quadro 08 é necessário uma articulação com os conhecimentos adquiridos com a pesquisa. Desta forma, o discente será capaz de avaliar se determinada característica encontra-se presente ou ausente no astro em estudo.

**Quadro 08-** Análise da existência dos fatores abióticos e bióticos.

Planetas/ satélites naturais	Atmosfera		Seres vivos		Água em estado líquido		Gás oxigênio		Gás carbônico	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
Terra										
Júpiter										
Io										
Calisto										
Europa										
Ganímedes										

Fonte: A autora, 2021.

A articulação da informação com a resolução da atividade tende a criar um espaço em que o conhecimento se concretize em uma aprendizagem significativa. Esta atividade serve para retomar a discussão sobre a importância dos fatores abióticos para os seres vivos e dos recursos tecnológicos utilizados pela ciência para investigar os outros astros.

A Viagem Planetária, segunda atividade desta etapa, é uma proposta inusitada que envolve a imaginação e a curiosidade dos participantes em resolver a situação-problema. Para responder os roteiros turísticos faz necessário uma articulação de todos os conhecimentos sobre a temática, bem como a habilidade em argumentar de forma coerente seu ponto de vista com base no conhecimento científico (Quadro 09).

Cada roteiro sugerido agrega diversas informações que podem ser exploradas fazendo uma conexão entre o componente curricular Ciências e a Astrobiologia. O docente pode aproveitar a ideia dos roteiros turísticos e adaptá-los para outras áreas do conhecimento como uma estratégia na construção do conhecimento por meio da investigação, análise crítica e da curiosidade intelectual.

**Quadro 09** – Roteiros turísticos sugeridos como atividade da SD.

ROTEIROS TURÍSTICOS	
ROTEIRO 1	Desejo conhecer um outro planeta, portanto, vou fazer uma viagem espacial até Júpiter. Assim que chegar, vou procurar

	um local agradável para descansar e beber uma água fresquinha.
ROTEIRO 2	A pandemia me deixou estressada por ficar tanto tempo em casa. Resolvi arrumar as malas e conhecer Fernando de Noronha. Fiquei em dúvida com relação aos fatores abióticos deste local. Será que são os mesmos encontros em minha cidade?
ROTEIRO 3	Resolvi tirar férias e planejei conhecer Io e Calisto, satélites naturais de Júpiter. Mas será que existe alguma agência que promova essa viagem? Será que vou conseguir me adaptar?
ROTEIRO 4	Ouvir meus amigos falar sobre extraterrestre e fiquei curioso. Mas extraterrestre existe? Será que vou conseguir alguma nave espacial que me leve até Europa e Ganimedes para checar esta informação? Europa e Ganimedes terão condições de possibilitar minha visita espacial?

Fonte: A autora, 2021.

Em cada roteiro turístico existe a possibilidade de abordar temáticas como as missões espaciais, a importância dos satélites artificiais, o papel dos astrônomos no estudo dos astros, as condições abióticas encontradas em cada roteiro, a investigação de vida fora da Terra realizada pela Astrobiologia. Com esta atividade o professor de geografia e de matemática pode adaptar para trabalhar fenômenos naturais, ciclo hidrológico, diversidade ambiental, raio, diâmetro, unidades de medidas de comprimento, coleta de dados, entre outros temas.

A última etapa da SD permite avaliar se os objetivos propostos foram de fato alcançados. A avaliação é um processo contínuo que permite diagnosticar quais habilidades e competências foram alcançadas pelos discentes no processo de ensino-aprendizagem.

O processo avaliativo é desenvolvido durante todas as etapas da SD, no entanto, para finalizar as atividades foi montada uma cruzadinha como estratégia de retomada de todo conteúdo abordado. É importante ressaltar, que para a execução desta atividade não é necessário a utilização do livro *pop-up* desenvolvido neste trabalho de pesquisa.

As etapas para a criação da cruzadinha consistiu em elaborar as perguntas e suas respectivas respostas com o intuito de verificar a quantidade

de quadradinhos reservados para cada resposta (Quadro 10). A cruzadinha é composta por 17 perguntas, tendo suas respostas organizadas no sentido horizontal e vertical.

De acordo com Alves e Borges (2019), a cruzadinha é um recurso lúdico que auxilia na aprendizagem e pode ser utilizada nas diversas áreas do conhecimento. Assim, a cruzadinha é uma ferramenta pedagógica que estimula diversas habilidades, entres elas, estimular o raciocínio e a concentração.

**Quadro 10** – Perguntas elaboradas para a cruzadinha.

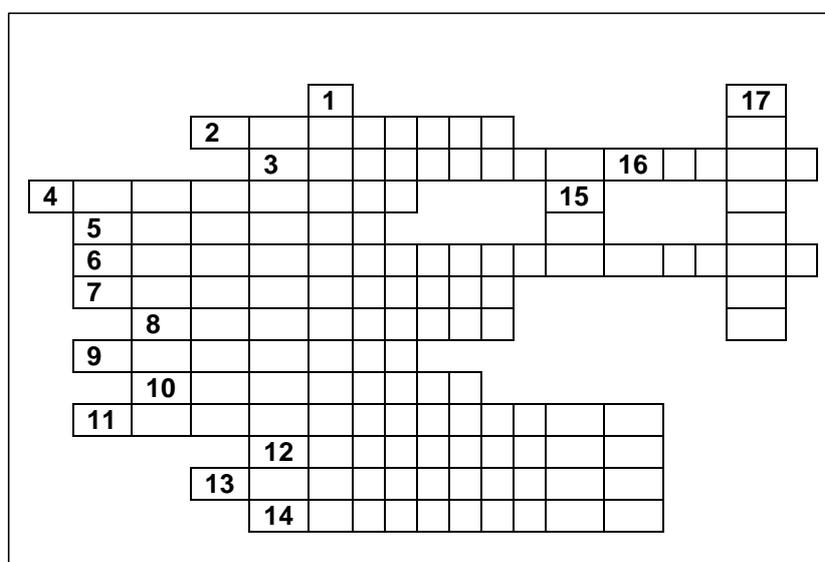
Vertical	Horizontal
<p><b>1-</b> Ciência que estuda a origem da vida no Universo e a possibilidade de vida em outros planetas do Sistema Solar.</p> <p><b>15-</b> Satélite natural de Júpiter conhecido por sua intensa atividade vulcânica.</p> <p><b>17-</b> Estrutura geológica que é formada quando o <u>magma</u>, <u>gases</u> e partículas quentes "escapam" para a superfície. São encontrados em Io, satélite natural de Júpiter.</p>	<p><b>2-</b> Astrônomo que descobriu os quatro principais satélites naturais de Júpiter.</p> <p><b>3-</b> Nome do corpo celeste que gravita em torno de um planeta ou de outro corpo maior.</p> <p><b>4-</b> Nome do maior planeta do Sistema Solar.</p> <p><b>5-</b> Planeta que possui atmosfera e um conjunto de fatores abióticos que permitem a existência da vida como a conhecemos.</p> <p><b>6-</b> Conjunto de fatores que favorecem a manutenção da vida na Terra.</p> <p><b>7-</b> Gás usado pelas plantas no processo de fotossíntese.</p> <p><b>8-</b> Gás usado no processo de respiração.</p> <p><b>9-</b> Satélite natural de Júpiter que apresenta uma crosta de gelo em sua superfície.</p> <p><b>10-</b> Segundo maior satélite natural do planeta Júpiter.</p> <p><b>11-</b> Processo responsável pela produção de açúcares nas plantas.</p> <p><b>12-</b> É o maior satélite natural de Júpiter.</p> <p><b>13-</b> Gás encontrado em maior quantidade em Júpiter.</p> <p><b>14-</b> Cientista que estuda os corpos celestes planetas, estrelas, galáxias.</p>

	<p><b>16-</b> Substância essencial para a sobrevivência dos seres vivos.</p>
--	--

Fonte: A autora, 2021.

A cruzadinha foi criada utilizando a opção tabela da barra de ferramenta, do Microsoft Office Word (Fig. 40). Outra opção para a criação de cruzadinha é recorrer a softwares disponíveis em sites. O gabarito da cruzadinha está disponível no Apêndice B deste trabalho.

Figura 40 - Cruzadinha.



Fonte: A autora, 2021.

É preciso salientar que a construção da cruzadinha requer do docente disponibilidade de tempo para elaboração das questões e montagem. Portanto, a produção de cruzadinha é um desafio para o docente devido a excessiva carga horária que dificulta a busca por ferramentas que inove a sua prática pedagógica. A questão apresentada não é a utilização da cruzadinha, mas sim, o docente ter tempo livre e saber manusear o recurso tecnológico para construí-la de acordo com a temática trabalhada em sala de aula.

## 5 RESULTADOS

Devido a pandemia da Covid-19, as aulas na rede pública de ensino foram suspensas em março de 2020, impactando diretamente nas ações planejadas para aplicação do projeto de pesquisa, objeto desta dissertação.

Diante deste quadro, a pesquisa prosseguiu normalmente na parte do levantamento bibliográfico e da elaboração dos produtos educacionais. É importante ressaltar, que não foi possível coletar dados referentes a aplicação dos produtos educacionais em sala de aula, em virtude da crise sanitária que se instalou mundialmente, levando a suspensão das aulas.

Todavia, este estudo permitiu inferir que a Astrobiologia é uma área de pesquisa que permite agregar diferentes campos dos saberes na busca por respostas sobre a origem e evolução da vida no Universo.

A Astrobiologia, por se tratar de um campo de pesquisa de caráter inter , multi e até transdisciplinar, pode perpassar pelos componentes curriculares tanto do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio. Então, é possível o docente articular a Astrobiologia, na área das Ciências da Natureza, por meio dos objetos do conhecimento preconizados pela BNCC? A interligação entre Astrobiologia e Ciências da Natureza é possível por apresentar linhas temáticas em comuns.

A pesquisa Ensino de Astrobiologia a partir da biosfera terrestre em comparação com a composição química dos principais satélites naturais de Júpiter teve como resultado, a demonstração de que é possível a inserção da Astrobiologia no contexto do Ensino Fundamental por meio da Sequência Didática e do Livro *Pop-Up*. Tal afirmativa, é feita mediante o estudo da BNCC e de trabalhos publicados que apontam que a Astrobiologia possui eixos temáticos em comum com a área do conhecimento das Ciências da Natureza.

Ao analisar os objetos do conhecimento, preconizado pela BNCC, percebe-se que temas relacionados com a Astrobiologia podem ser inseridos na disciplina de Ciências, sem nenhuma alteração na programação dos conteúdos estabelecidos para o Ensino Fundamental. Assim, é plausível relacionar os fatores abióticos que permitem o surgimento e manutenção da vida na Terra com os encontrados em outros astros, com o intuito de validar ou refutar possíveis hipóteses sobre a existência de vida fora da Terra.

Estratégias de inserção da Astrobiologia na Educação Básica são apresentadas em trabalhos (artigos e dissertações) de forma exitosa por seus autores. Para corroborar, temos propostas de jogos, de aplicação de questionários e exposição itinerante para divulgação da Astrobiologia na Educação Básica (LONGUINHOS, 2020; ATHAYDE, 2015; MONTEIRO, 2013).

Cabe aqui tecer alguns comentários sobre as expectativas almejadas com relação aos produtos educacionais, mesmo sem aplicá-los por motivos já explicitados. Portanto, a ausência de dados concretos impede de fazer aprofundamentos de como ocorreria a percepção dos discentes em relação ao desenvolvimento das atividades propostas pela SD. Desta forma, serão apresentados os resultados esperados com a aplicação dos produtos educacionais mencionados.

Inicialmente, os discentes poderão ter dificuldade em relacionar os fatores abióticos com a existência da vida em nosso planeta. No entanto, com o aprofundamento do estudo, por meio da pesquisa, espera-se que os discentes consigam tecer argumentos que justifiquem seu ponto de vista referente aos fatores abióticos que são indispensáveis na biosfera terrestre e, se esses fatores podem ser encontrados nos principais satélites naturais de Júpiter.

A Sequência Didática proposta é uma ferramenta em que os docentes podem ajustar conforme a temática e os objetivos que pretendem alcançar. Ao avançar nas etapas da SD, espera-se que os discentes desenvolvam a autonomia na construção do conhecimento, já que o docente atuará apenas como mediador do processo investigativo sobre a temática abordada. Atuar como mediador no processo de ensino-aprendizagem é um papel importante, pois lança o discente a descobrir novos caminhos rumo ao campo da iniciação científica.

A pretensão da SD é que os estudantes ao finalizarem as atividades, compreendam a importância da Ciência para a construção do conhecimento científico e para as transformações tecnológicas inerentes na melhoria da qualidade de vida das pessoas. A reflexão entre conhecimento científico e senso comum deve ser compreendido pelos discentes, para que possam discernir e desmitificar possíveis erros conceituais referentes ao formato da Terra, aos extraterrestres e até mesmo relacionados a eficácia das vacinas.

Outro ponto relevante associado a SD é a compreensão do conceito de Astrobiologia e de seu campo de estudo interligado entre várias áreas da ciência, entre elas, a Astronomia e a Biologia. Falar de Astrobiologia na SD é despertar o desejo em investigar as condições propícias para o surgimento da vida e os fatores abióticos necessários para a sustentação de sistemas considerados vivos. Assim, os discentes poderão ter uma visão mais ampla da importância da química nos processos de formação das macromoléculas biológicas que representaram o caldo primordial onde a vida surgiu e se evoluiu. Convém salientar, que a SD pode ser adaptada para outros anos do Ensino Fundamental ou Médio.

O livro *pop-up, Você sobreviveria nos satélites naturais de Júpiter?*, é uma proposta inovadora e lúdica de abordar as características de cada satélite utilizando a técnica *pop-up*. Esta técnica é um recurso didático elaborado para simplificar a apresentação de determinada temática. Desta forma, a proposta do livro é despertar a curiosidade do público infantojuvenil ao descobrir as informações que estão escondidas dentro de cada peça móvel *pop-up*.

Com a leitura do livro, espera-se que o leitor(a) tenha melhor entendimento e aprendizagem dos conteúdos abordados em cada página. A pretensão é que ao percorrer as páginas, o livro proporcione uma leitura dinâmica e interativa ao manusear as peças. De fato, a técnica *pop-up*, causam fascínio nas crianças e nos adultos ao se depararem com peças móveis tridimensionais que saltam ao abrir a página do livro.

Embora os produtos educacionais não tenham sido aplicados, a perspectiva é que sejam utilizados nas aulas do componente curricular Ciências e, que estes despertem o interesse em exercitar a curiosidade intelectual por meio do conhecimento científico construído pela ciência.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como a Astrobiologia pode ser pensada nas aulas de Ciências? Ou por que não falar em Astrobiologia nas aulas de Ciências? São perguntas que foram surgindo ao escrever e pesquisar sobre as possibilidades de agregar Astrobiologia ao componente curricular Ciências.

No decorrer de todo o processo de construção da pesquisa foi possível perceber que a Astrobiologia apresenta áreas temáticas que pode ser inseridas nas aulas de Ciências, tornando-as mais atrativas e instigantes do ponto de vista da investigação científica.

Astrobiologia é uma área da ciência que possui diversos campos de pesquisa, em que o docente pode se apropriar e inovar a sua práxis pedagógica utilizando estratégias que facilitem a compreensão dos discentes de como a vida surgiu e se mantém na Terra. Provavelmente, é uma área da ciência que seja desconhecida ou passe despercebida entre os docentes da área do conhecimento da Ciências da Natureza.

A formação acadêmica, que não inclui a Astronomia e nem a Astrobiologia na grade curricular, talvez, seja um dos motivos que contribua na falta de associação dos conteúdos de Ciências, no Ensino Fundamental, e de Biologia, no Ensino Médio, com a Astrobiologia.

O presente estudo mostrou-se relevante ao demonstrar que o ensino de Astrobiologia é plausível dentro das unidades temáticas preconizadas pela BNCC. No entanto, para que ocorra a sua inserção faz-se necessário uma ruptura com um modelo de ensino e aprendizagem que aborda os conteúdos de forma descontextualizada do cotidiano e do fazer "ciência". Fazer "ciência", quer dizer aqui no texto, explicar aos alunos como o conhecimento sobre determinado tema surgiu e como pode se modificar ao longo do tempo.

O professor assume um papel importante no fazer "ciência" quando se torna um professor pesquisador, que incentiva a iniciação científica como uma estratégia na interpretação e explicação dos fenômenos que ocorrem no planeta e no Universo. Por exemplo, a problematização em relação à existência de vida em outro planeta, proporciona aos discentes contextualizar como os fatores abióticos permitem a manutenção da vida na Terra e, se estes também são encontrados em outros planetas. A partir desta contextualização é provável que

os alunos consigam formular hipóteses e tecer seus próprios argumentos tendo como base a pesquisa científica.

Os produtos educacionais produzidos neste estudo trazem essa perspectiva do fazer “ciência”. Na verdade, eles foram construídos pensando na proposta de que o docente seja um mediador na construção do conhecimento. A Sequência Didática “Comparação dos fatores abióticos da biosfera terrestre com os principais satélites naturais de Júpiter” foi elaborada como uma estratégia pedagógica com o intuito de conduzir o discente, por meio de cada etapa, a aquisição de novos conhecimentos. Por meio da Sequência Didática, os discentes serão convidados a mergulharem numa viagem espacial com a finalidade de exercitar a curiosidade, a imaginação, investigação e a análise crítica diante das situações propostas.

O livro *Pop-Up, Você sobreviveria nos satélites naturais de Júpiter?*, por outro lado, é um recurso didático que utiliza o lúdico por meio de estruturas móveis tridimensionais com o intuito de facilitar a aprendizagem sobre Júpiter e seus principais satélites naturais. O uso da técnica *pop-up*, na abordagem de uma determinada temática, é uma estratégia que desperta a imaginação e a curiosidade em querer descobrir as informações contidas em cada peça *pop-up*.

Discorrer sobre Astrobiologia e suas possibilidades de inserção na área das Ciências da Natureza, Ensino Fundamental, é apontar caminhos para uma contextualização dos objetos do conhecimento abordados na disciplina de Ciências com as temáticas de Astrobiologia que, possivelmente, passavam despercebidas ou ficavam apenas em uma explanação superficial em sala de aula.

Os produtos educacionais, Sequência Didática e o Livro *Pop-Up*, não puderam ser aplicado na unidade escolar devido a pandemia da Covid-19, o que impossibilitou tecer comentários se de fatos os objetivos propostos teriam sido alcançados com a aplicação dos referidos produtos.

É desejado que este estudo sirva de embasamento e de motivação para os docentes que pretendem inserir em seu planejamento pedagógico a Astrobiologia. Faz-se necessário, uma maior difusão da Astrobiologia entre os docentes, por ser uma ciência que oferece onze áreas temáticas que podem ser implementadas tanto para o Ensino Fundamental quanto para o Ensino Médio de forma interdisciplinar.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, J. A. D. S. Utilização de palavras-cruzadas como recurso didático no ensino de ciências no ensino fundamental. Anais VI CONEDU, Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/62952>. Acesso: 12 de dez. 2021.
- ANDRADE, J. P.; SENNA, C. M. P. C. Bahia, Brasil: Vida, natureza e sociedade. São Paulo: Geodinâmica, 2014.
- APIANUS, P. *Astronomicum Caesareum*.1540. Disponível em: [https://bibliotheque.bordeaux.fr/in/imageReader.xhtml?id=BordeauxS\\_B330636101\\_A184R\\_JPEG&pageIndex=53&mode=simple&selectedTab=thumbnail](https://bibliotheque.bordeaux.fr/in/imageReader.xhtml?id=BordeauxS_B330636101_A184R_JPEG&pageIndex=53&mode=simple&selectedTab=thumbnail). Acesso em: 04 nov. 2021.
- ASSAD, D. A. F. Pop-up-pédia: um livro pop-up sobre pop-up. 2018. 73 f. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Design Gráfico. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9779/1/CT\\_CODEG\\_2018\\_1\\_10.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9779/1/CT_CODEG_2018_1_10.pdf). Acesso em: 22 de ago. 2020.
- BAGNATO, V. S.; Pratavieira, S.; Luz para o progresso do conhecimento e suporte da vida. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 4, 4206 (2015). Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172015000400206&lng=pt&tlng=pt/](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172015000400206&lng=pt&tlng=pt/). Acesso em: 01 de mar. 2021.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. 138 p.1. Parâmetros curriculares nacionais. 2. Ciências Naturais: Ensino de quinta a oitava séries. I. Título.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP nº 2, de 22 de dezembro de 2017. Institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular, a ser respeitada obrigatoriamente ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da Educação Básica. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=79631-rcp002-17-pdf&category\\_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79631-rcp002-17-pdf&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 20 de abril 2020.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <http://basenacional.comum.mec.gov.br/> Acesso em: 22 de ago. 2020.
- COSTA, S. L. O Livro Móvel: Adaptação do livro "Onde moram as casas" a multiliteraci-as. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado em Design Gráfico e Projetos Editoriais) – Faculdade de Belas Artes, Universidade do Porto, Porto, 2016. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/89732/2/167687.pdf>. Acesso em: 23 de ago. 2020.
- CUZINATTO, R.R.; Morais,E.M. de; Souza,C. Naldoni de. As observações galileanas dos planetas mediceanos de Júpiter e a equivalência do MHS e do MCU. Rev. Bras. Ensino Fís. vol.36 nº 3.São Paulo July/Sept. 2014. Disponível

em:[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-1172014000300006&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-1172014000300006&script=sci_arttext). Acesso em: 05 de abr. de 2021.

DARROZ, L. M.; Heineck, R.; Pérez, C. A. S. Conceitos básicos de astronomia: uma proposta metodológica. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia–RELEA*, n.12, p.57-69, 2011. Disponível em: <file:///y:/pasta%20publica/m%c3%a1rcia/artigo%20-%20astronomia.pdf>. Acesso em: 22 de jun. 2019.

DICIONÁRIO Oxford Escolar. Oxford University Press. Oxford. 2016.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequência didática para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: SCHNEUWLY, Bernard; DOLZ, Joaquim. *Gêneros orais e escritos na escola*. São Paulo: Mercado de Letras, 2004.

DOMESTIKA. Uma breve história dos livros pop-up. Documento eletrônico. 2020. Disponível em: <https://www.domestika.org/pt/blog/3866-uma-breve-historia-dos-livros-pop-up>. Acesso em: 05 nov. 2021.

DUARTE, R. T. D.; RIBEIRO, C. G.; PELLIZARI, V. H.; Vida ao extremo: a magnífica versatilidade da vida microbiana em ambientes extremos da Terra. Capítulo 8. *Astrobiologia [livro eletrônico]: uma ciência emergente / Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia*. - São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. 10 Mb; ePUB e PDF. Disponível em: <http://www.iag.usp.br/astrobiologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>. Acesso em: 22 de jun. 2021.

FAIRCHILD, T.R.; SALLUN FILHO, W.. *Collenia itapevensis*, o primeiro fóssil pré-cambriano brasileiro e sua importância no estudo de estromatólitos no Brasil. Cap. XI. *Geologia do continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Editora Beca, São Paulo, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/William-Sallun-Filho/publication/311104638> Acesso em: 10 de dez. de 2021.

FARIAS, Maria Licia de Lima; BARBOSA, Marco Aurélio A. Integrando o ensino de astronomia e termodinâmica: explorando a zona habitável no diagrama de fases da água. *Revista Brasileira de Ensino Física*, São Paulo, v. 39, n. 4, 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S18061172017000400502&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S18061172017000400502&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 31 mai. 2021.

FAZENDA, I. C. *Interdisciplinaridade: qual o sentido?* São Paulo: Paulus, 2003.

FIGUEIREDO, D.B. de. Luas geladas do sistema solar. Capítulo 12. *Astrobiologia [livro eletrônico]: uma ciência emergente / Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia*. - São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. 10 Mb; ePUB e PDF. Disponível em: <http://www.iag.usp.br/astrobiologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>.

GALANTE, D.; ROSÁRIO, R. A. do; AVELLAR, M. G. B. de. Busca de vida além do sistema solar. Capítulo 13. *Astrobiologia [livro eletrônico]: uma ciência emergente / Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia*. - São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. 10 Mb; ePUB e PDF. Disponível em: <http://www.iag.usp.br/astrobiologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>.

GIL, A. C. *Como Elaborar Projetos de pesquisa*. – 4a. Ed.- São Paulo: Atlas, 2002.

HERNANDEZ, P. H.L.; OLIVEIRA, V. A.; O vulcanismo de Io: evolução geológica planetária. Anais do 9º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – SIEPE .Universidade Federal do Pampa | Santana do Livramento, 21 a 23 de novembro de 2017. Disponível em: [https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq\\_trabalhos/13330/seer\\_13330.pdf](https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/13330/seer_13330.pdf). Acesso em: 10 de out. 2021.

IRWIN, L. N.; Schulze-Makuch, D. Assessing the plausibility of life on other worlds. *Astrobiology*, v.1, n.2, p.143-160, 2001. Disponível em : [https://www.researchgate.net/publication/11004532\\_Assessing\\_the\\_Plausibility\\_of\\_Life\\_on\\_Other\\_Worlds](https://www.researchgate.net/publication/11004532_Assessing_the_Plausibility_of_Life_on_Other_Worlds). Acesso em: 10 de Abril 2021.

JACKSON, P. *The Pop-Up Book: Step-by-Step Instructions for Creating Over 100 Original Paper Projects*. New York: Holt Paperbacks, 1993. Disponível em: <https://www.pdfdrive.com/the-pop-up-book-step-by-step-instructions-for-creating-over-100-original-paper-projects-d166513915.html>. Acesso em: 22 de ago. 2020.

JAPIASSU, H., A questão da interdisciplinaridade. Texto base da palestra proferida no Seminário Internacional sobre Reestruturação Curricular, promovido pela Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre, em julho de 1994. Disponível em: <http://educacaotiete.sp.gov.br/wp-content/uploads/2015/08/interdisciplinaridade.pdf>. Acesso em: 25 de out. 2021.

JARDIM, W.F. A evolução da atmosfera terrestre. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, Edição especial, p. 5-8, 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/evolucao.pdf>. Acesso em: 10 de out. de 2021.

JUNIOR, J.G.S.L.; Andrade, J.E.; Dantas, J.M.; Gomes, L.M. Uma reflexão sobre o ensino de Astronomia na perspectiva da Base Nacional Comum Curricular. *Scientia Plena* 13, 012707 (2017).

LAHR, D. J.G. A evolução da vida em um planeta em constante mudança. Capítulo 7. *Astrobiologia [livro eletrônico]: uma ciência emergente / Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia*. - São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. 10 Mb; ePUB e PDF. Disponível em: <http://www.iag.usp.br/astrologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>. Acesso em: 22 de jun. 2020.

LANGHI, R.; Nardi, R. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 4, 4402 (2009). Disponível em: [www.sbfisica.org.br](http://www.sbfisica.org.br). Acesso em 25 de jun. 2019.

LEAL, C. A. *Vamos brincar de quê?: Os jogos cooperativos no ensino de ciências / Cristianni Antunes Leal; Orientadora Giselle Rôças*. -- Nilópolis, RJ, 2013. 166f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Programa de Pós - Graduação em Ensino de Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. PROPEC, 2013. Disponível em: [https://portal.ifrj.edu.br/ckfinder/userfiles/files/PROPPI/P%C3%B3s-gradua%C3%A7%C3%A3o/propec\\_mp/dissert%202013/Disserta%C3%A7%C3%A3o%202013\\_Cristianni%20Antunes%20Leal.pdf](https://portal.ifrj.edu.br/ckfinder/userfiles/files/PROPPI/P%C3%B3s-gradua%C3%A7%C3%A3o/propec_mp/dissert%202013/Disserta%C3%A7%C3%A3o%202013_Cristianni%20Antunes%20Leal.pdf). Acesso em: 31 de ago. 2020.

LEMOS, E. dos S. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação – Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(1), pp. 25-35, 2011. Disponível em: [https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/16653/2/evelyse2\\_lemos\\_IOC\\_2011.pdf](https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/16653/2/evelyse2_lemos_IOC_2011.pdf). Acesso em: 15 de jun. 2021.

LIMA, S. A. Livro-objeto laboias, uma experiência. Trabalho de Conclusão de curso. Departamento de Desenho Industrial. Universidade de Brasília – UnB. Brasília. 119 p. 2013. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/6992/1/2013\\_SandraAlmeidaLima.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/6992/1/2013_SandraAlmeidaLima.pdf). Acesso em: 4 de jun. 2021.

LONGUINHOS, R. R., Divulgação científica em Astrobiologia por meio de exposição como promotora do ensino interdisciplinar entre biologia, física e química. Dissertação( mestrado profissional)- Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-graduação em Astronomia, 2020.

MELLO, G. P. de. Planetas habitáveis: onde estão os lugares no Universo adequados ao nosso ou outros tipos de vida? Capítulo 4. Astrobiologia [livro eletrônico]: uma ciência emergente / Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. - São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. 10 Mb; ePUB e PDF. Disponível em: <http://www.iag.usp.br/astrologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>. Acesso em : 22 de jun. 2019.

MARGULIS, L.; SAGAN, D. O que é vida? Tradução, Vera Ribeiro; revisão técnica e apresentação, Francisco M. Salzano,-Rio de Janeiro: Jorge Zahard Ed., 2002.

MINAYO, M. C. S. (Org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. Petrópolis: Vozes, 2001.

MONTANARO, Ann, "A Concise History of Pop-up and Mobile Books" , The Pop-up World of Ann Montanaro (exposição), Rutgers University Libraries [20--]. Disponível em: <https://www.libraries.rutgers.edu/rul/libs/scua/montanar/p-intro.htm>. Acesso em: 15 de mar. 2021.

MONTEIRO, Í. M. Astrobiologia: concepções alternativas de alunos do ensino fundamental sobre a vida, sua origem, evolução e possibilidades no Universo. Universidade Federal de Rio de Janeiro- Instituto de Biologia, Soropédia, 2013. Disponível em: <http://repositorio.im.ufrj.br:8080/jspui/bitstream/1235813/5519/1/%c3%8dcaro%20de%20Morais%20Monteiro.pdf>. Acesso em: 14 de nov. 2021.

MCGUINNES, M.; Estromatólitos: como a forma de vida mais antiga conhecida ajudou a tornar a Terra habitável. BBC Travel. 5 março 2021. Disponível em : <https://www.bbc.com/portuguese/vert-tra-55905807>. Acesso em: 29 de mai. 2021.

OLIVEIRA FILHO, K. de S.; Saraiva, M. de F. O. Astronomia e Astrofísica. 2016. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/antiga/antiga.htm>. Acesso em: 25 de jun. 2019.

PEREIRA, M. G., Levantamento de trabalhos Científicos sobre o ensino da Astrobiologia no Brasil. Monografia de especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Diretoria de Pesquisa e Pós-graduação. Especialização em Ensino de Ciências. Medianeira, 2020. Disponível em: <http://repositorio.utfpr>

.edu.br/jspui/bitstream/1/25841/1/levantamentotrabalhosastrobiologiabrasil.pdf. Acesso em: 27 de out. 2020.

PILLING, S. Aula 13 - Definições de Vida (anteriores e atuais). Conceito filosófico "de ser" vivo e "estar" vivo. Hipótese GAIA. Astrobiologia: Mestrado e Doutorado em Física e Astronomia. Universidade do Vale do Paraíba-São José dos Campos-SP. Disponível em: [https://www1.univap.br/spilling/AB/Aula\\_13%20Vida\\_Definicoes.pdf](https://www1.univap.br/spilling/AB/Aula_13%20Vida_Definicoes.pdf). Acesso em: 14 de out. 2021.

Pop-Up and Movable Books, A Tour through Their History. The University of North Texas. [20-?]. Disponível em: <https://library.unt.edu/rarebooks/exhibits/popup2/default.htm>. Acesso em: 22 de ago. 2020.

PULSCHEN, André Arashiro. Metabolismos pouco convencionais. Astrobiologia [livro eletrônico] : uma ciência emergente / Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. -- São Paulo : Tikinet Edição : IAG/USP, 2016.

QUILLFELDT, J. A. Astrobiologia: água e vida no sistema solar e além. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 27, n. Especial: p. 685-697, dez. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download>. Acesso em: 10 de jul. 2020.

RIBAS, M. Vida em Europa. Planetario de la Ciudad de Buenos Aires. Revista macroCOSMO.com. Ano III. Edição nº29. 2006. Disponível em: <http://acervo.astronomico.org/acervo/MACROCOSMO/macrocosmo31.pdf>. Acesso em: 9 de abril 2021.

RODRIGUES, F.; GALANTE, D.; AVELLAR, M. G. B. Astrobiologia: Estudando a vida no Universo. Cap.1. Astrobiologia [livro eletrônico]: uma ciência emergente / Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. 10 Mb; ePUB e PDF. Disponível em: <http://www.iag.usp.br/astrobiologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>. Acesso em: 20 de jun. 2019.

RODRIGUES, F.; SILVA, E. P. da. Busca de vida fora da Terra: estudando o Sistema Solar. Cap. 11. Astrobiologia [livro eletrônico]: uma ciência emergente / Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. 10 Mb; ePUB e PDF. Disponível em: <http://www.iag.usp.br/astrobiologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>. Acesso em: 20 de jun. 2019.

ROSA, V. Pop up: há livros que saltam na Biblioteca Nacional. Observador, 2016. Disponível em: <https://observador.pt/2016/05/24/pop-up-ha-livros-de-saltos-altos-na-biblioteca-nacional/>. Acesso em: 22 de ago. 2020.

ROSA, M. N. M. da; ALMEIDA, R. P. de; FERNANDES, I. F.; RAGNI, M. Astrobiologia em consonância com a BNCC: possibilidades de aplicações no Ensino Fundamental II. Caderno de Física da UEFS 18 (02):2602.1-9, 2020. Disponível em: [http://dfisweb.uefs.br/caderno/vol18n2/S6Artigo02\\_Astrobiologia\\_e\\_Origem\\_da\\_Vida.pdf](http://dfisweb.uefs.br/caderno/vol18n2/S6Artigo02_Astrobiologia_e_Origem_da_Vida.pdf). Acesso em: 27 de out. 2021.

ATHAYDE, S. A. Processo educacional no ensino de ciências e biologia na perspectiva da Astrobiologia. Dissertação( mestrado profissional)- Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-graduação em Astronomia, 2015.

SALLUN FILHO, W.; FAIRCHILD, T.R.; ALMEIDA, F.F.M.; FRANÇA, D.R. Estromatólitos de Nova Campina e Itapeva, SP - Primeiros estromatólitos descritos na América do Sul. In: Winge, M. et al. (Ed.).2013. Sítios geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: CPRM, 2013, 332p.; v.3. ISBN 978-85-7499-198-6. Disponível em: [http://sigep.cprm.gov.br/sitio049/sitio049\\_impreso.pdf](http://sigep.cprm.gov.br/sitio049/sitio049_impreso.pdf). Acesso em: 10 de out. 2021.

SANTOS, M. F. de A.dos; Krupek, R. A. Astronomia: por que e para quê aprendê-la- os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor. Volume 1-Versão Online ISBN 978-85-8015-080-3. Cadernos PDE, 2014. Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2014/2014\\_unespar-uniaodavitoria\\_cien\\_artigo\\_marcia\\_fabiane\\_de\\_azevedo.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unespar-uniaodavitoria_cien_artigo_marcia_fabiane_de_azevedo.pdf). Acesso em: 21 de jun. 2019

SOARES, D. Astronomia: O que é e para que serve? 2016. Disponível em: <http://lilith.fisica.ufmg.br/~dsoares/extn/astrn/astrn.htm>. Acesso em: 21 de jun. 2019.

SOBRINHO, J. L. G. Os Planetas do Sistema Solar. Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira. Universidade da Madeira. 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Jose-Sobrinho-7/publication/312165275\\_Os\\_Planetas\\_do\\_Sistema\\_Solar/links/5873a6ec08ae6eb871c64f8b/Os-Planetas-do-Sistema-Solar.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Sobrinho-7/publication/312165275_Os_Planetas_do_Sistema_Solar/links/5873a6ec08ae6eb871c64f8b/Os-Planetas-do-Sistema-Solar.pdf). Acesso em: 06 de abril de 2021.

SOLER, Al. Uma breve história dos livros pop-up. Disponível em: <https://www.domestika.org/pt/blog/3866-uma-breve-historia-dos-livros-pop-up>. Acesso em: 19 de ago. de 2020.

SILVA, S. de C. R. da; SCHIRLO, A. C. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social. *Imagens da Educação*, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014.

SILVA, C. M. da; Pereira, M. G.; Silva, M. D.; Silva, A. A. S.; Moraes, R.C. de S. O uso do livro pop-up como recurso didático para o ensino de histologia. V CONEDU- Congresso Nacional de Educação, 2018. Disponível em: [https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO\\_EV117\\_MD4\\_SA16\\_ID1976\\_09092018215033.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD4_SA16_ID1976_09092018215033.pdf). Acesso em: 22 de ago. 2020.

SILVA, L. M. Al. da; Oliveira, Gl. S. da R; Crispino, L. C. B.; Friaça, A. C. S. Astrobiologia no ensino de ciências: uma abordagem interdisciplinar e transdisciplinar para professores do ensino fundamental. IV Simpósio Nacional de Educação em Astronomia – IV SNEA 2016– Goiânia, GO. Disponível em: [https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2018/04/SNEA2016\\_TCP10 .pdf](https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2018/04/SNEA2016_TCP10.pdf). Acesso em: 24 de ago. 2020.

SPINARDI, J. I. Elaboração de uma sequência didática em astrobiologia para o ensino fundamental 2. Dissertação de mestrado em ensino de Astronomia. Disponível em: [http://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d\\_jose\\_i\\_spinardi\\_corrigeida.pdf](http://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d_jose_i_spinardi_corrigeida.pdf). 2017. Acesso em : 20 de jun. 2019.

STALEY, J. T., *Astrobiology, the Transcendent Science: the Promise of Astrobiology as an Integrative Approach for Science and Engineering Education*

and Research. *Current Opinion in Biotechnology*,14,347-354, 2003. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/10671031\\_Astrobiology\\_the\\_](https://www.researchgate.net/publication/10671031_Astrobiology_the_)

[transcendent\\_science\\_The\\_promise\\_of\\_astrobiolgy\\_as\\_an\\_integrative\\_approach\\_for\\_science\\_and\\_engineering\\_education\\_and\\_research](#). Acesso em: 25 de ago. 2020.

TANAKA, S. de C. Uma proposta do uso da Astrobiologia como motivação para o ensino de ciências nos ensinos fundamental e médio. Universidade Federal do Ceará. Departamento de Física. Fortaleza, 2019. Disponível em: [http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/48431/1/2019\\_tcc\\_sctanaka.pdf](http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/48431/1/2019_tcc_sctanaka.pdf). Acesso em: 20 de out. 2021.

TEIXEIRA, J. M. Habitabilidade no sistema solar. Dissertação de mestrado. Departamento de Física e Astronomia. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto,2014. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/79635/2/35888.pdf>. Acesso: 9 de abril de 2021.

VÁLIO, A. Procuram-se planetas. *Cienc. Cult.* Vol. 61 nº4. São Paulo, 2009. Disponível em: [cienciaecultura.bvs.br](http://cienciaecultura.bvs.br). Acesso em: 21 de jun. 2019.

VELOZO, L. E. I. de O.; BERNARDES, A. O. O que é Astrobiologia? Uma história em quadrinho para introduzir o tema no Ensino Médio. *CONSCIENCIA: A virtualização do ensino, ressignificando a aprendizagem*. Universidade EaD e Software Livre, 2021. Disponível em: [https://nasnuv.com/ojs2/index.php/UEAD\\_SL/article/view/561/118](https://nasnuv.com/ojs2/index.php/UEAD_SL/article/view/561/118). Acesso: 27 de out. 2021.

VIEIRA, Fr. et all; Habitabilidade cósmica e a possibilidade de existência de vida em outros locais do universo. *Rev. Bras. Ensino Fís.* vol.40, nº.4- São Paulo,2018. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172018000400408&script=sci\\_arttext&tlng=pt#B68](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172018000400408&script=sci_arttext&tlng=pt#B68). Acesso em: 27 de out. 2021.

ZAIA, D. A. M.; Zaia, C. T. B. V; Carneiro, C. E. A. Química prebiótica: a química da origem da vida. Cap.5. *Astrobiologia [livro eletrônico]: uma ciência emergente / Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia*. - São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. 10 Mb ; ePUB e PDF. Disponível em: <http://www.iag.usp.br/astronomia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>. Acesso em: 20 de dez. de 2019.

ZABALA, A. A prática Educativa. pág.18. *ARTMED- Porto Alegre*,1998. Disponível em:[https://www.academia.edu/26521924/A\\_PRATICA\\_EDUCATIVA\\_COMO\\_ENSINAR\\_ZABALA](https://www.academia.edu/26521924/A_PRATICA_EDUCATIVA_COMO_ENSINAR_ZABALA). Acesso em: 20 de dez. 2021.

## APÊNDICES

### Apêndice A - Sequência Didática

Comparação dos fatores abióticos da biosfera terrestre com os principais satélites naturais de Júpiter.

TEMA: Fatores abióticos da biosfera terrestre que favorecem a manutenção da vida.

#### Apresentação

Esta SD é um produto educacional oriundo do trabalho de pesquisa ENSINO DE ASTROBIOLOGIA A PARTIR DA BIOSFERA TERRESTRE EM COMPARAÇÃO COM A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS PRINCIPAIS SATÉLITES NATURAIS DE JÚPITER que foi desenvolvido no Mestrado Profissional em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana-BA.

#### INTRODUÇÃO

Os ecossistemas são formados por um conjunto de organismos vivos, interligados com os fatores abióticos. Para a sobrevivência dos organismos é necessário que ocorra uma interação com o ambiente onde estão inseridos. A forma de interação com o ambiente varia de acordo com a adaptação de cada ser vivo.

Existem vários tipos de ecossistemas, desde os mais simples como uma poça de água, até os mais complexos como uma floresta. Um ecossistema é constituído pelos fatores bióticos, que são os seres vivos, e pelos abióticos, representados por componentes físicos e químicos. A água, umidade, solo, nutrientes, luz solar, gases, temperatura, ar, chuvas, pressão e outros, são exemplos de fatores abióticos.

#### OBJETIVOS

##### Objetivo geral

- Investigar se os fatores abióticos existentes na biosfera terrestre são também encontrados nos principais satélites naturais de Júpiter.

## Objetivos gerais

- Compreender o conceito de fatores abióticos;
- Identificar os fatores abióticos existentes na biosfera terrestre;
- Compreender a importância dos fatores abióticos para a manutenção da vida na Terra;
- Relacionar os fatores abióticos com a sobrevivência dos seres vivos;
- Comparar a biosfera terrestre com Júpiter e seus principais satélites naturais;
- Compreender como são feitas as investigações astronômicas em outro planeta;
- Relacionar Astrobiologia como uma ciência que investiga a existência de vida fora da Terra.

## PÚBLICO-ALVO

A SD foi elaborada para os discentes do 6º ano do Ensino Fundamental, no entanto, pode ser reestruturada e aplicada para os demais anos finais da Educação Básica.

## NÚMERO DE AULAS

Para a aplicação da sequência didática foram planejadas 10 aulas. No entanto, esta quantificação é uma estimativa, pois depende de vários fatores que podem interferir no momento da execução da atividade.

## RECURSOS

- Lousa
- Livro didático
- Imagens de ecossistemas
- Imagens de Júpiter e seus satélites naturais

## ETAPAS

1ª etapa - Problematização

Os discentes serão estimulados a responderem alguns questionamentos relacionados com a temática proposta, conforme seus conhecimentos prévios. A proposta é instigar os discentes a construir hipóteses, investigar os conceitos e desenvolver autonomia na busca por respostas. As questões serão respondidas no caderno e, posteriormente, discutidas na próxima etapa.

- Quais os fatores abióticos encontrados nos ecossistemas?
- Qual fator abiótico é importante para a manutenção da vida na Terra?
- Em todos os tipos de ambientes é possível encontrar seres vivos?
- Será que podemos encontrar os mesmos fatores abióticos em Júpiter?

## 2ª Etapa- Investigação

Inicialmente, será realizada a socialização das respostas das questões pelos discentes. O docente deve observar o conhecimento prévio e formular novos questionamentos. Em seguida, divide os discentes em equipes e distribui imagens de diferentes ecossistemas e do planeta Júpiter e de seus satélites naturais. Uma das imagens precisa ser de Fernando de Noronha, pois os discentes vão utilizar as informações deste local na etapa 4. O professor pode usar a imagem de outro local, com tanto que faça referência na atividade proposta na etapa 4. As imagens de Júpiter e seus satélites naturais precisam ser identificadas.

O professor deve solicitar para a classe que realize uma leitura investigativa nas imagens, registrando o tipo de ambiente e quais os fatores abióticos que contribuem para a manutenção/existência da vida nos diferentes ambientes.

Nesta etapa, os alunos devem formular suas hipóteses de investigação, estabelecendo estratégias de como resolvê-las ou os meios necessários para obter/validar as respostas das indagações. Ao final, os discentes irão socializar suas ideias, promovendo um momento de troca de informações do

conhecimento baseado no senso comum. O docente atuará como mediador, fazendo com que os discentes percebam que podem obter mais informações sobre as hipóteses por meio conhecimento científico. E este, pode ser obtido nos livros didáticos, pesquisas em sites confiáveis e na realização de experimentos.

Para incentivar a investigação científica, será solicitada a realização de pesquisas para as seguintes questões:

- Qual a importância da água para os seres vivos?
- Qual o papel do gás oxigênio ( $O_2$ ) e do gás carbônico ( $CO_2$ ) nos ecossistemas?
- Quais os fatores abióticos são importantes para manutenção da vida na Terra?
- No planeta Júpiter é possível encontrar algum ser vivo? Explique.
- Qual a composição química de Júpiter? E como foi realizada esta descoberta sobre Júpiter?
- Quais as principais características de Io, Europa, Calisto e Ganímedes, satélites naturais de Júpiter?
- Como são realizadas as investigações científicas em outros planetas do Sistema Solar?

### 3ª Etapa- Resolução da hipótese

#### Atividade 1

Com base nos dados obtidos com a pesquisa, os discentes devem assinalar com um X na coluna correspondente a P (presente) ou A(ausente) para cada quesito relacionado aos planetas e os satélites naturais em estudo.

Planetas/ satélites naturais	Atmosfera		Seres vivos		Água em estado líquido		Gás oxigênio		Gás carbônico	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
Terra										
Júpiter										
Io										
Calisto										
Europa										
Ganímedes										

### Atividade 2: Viagem planetária

Nesta atividade, os discentes são convidados a viajarem, conforme cada roteiro estabelecido. O objetivo desta atividade é explicar a viabilidade de cada roteiro usando os conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores.

Leia as propostas dos roteiros turísticos e analise a viabilidade de cada viagem com base nas pesquisas realizadas.

**Roteiro 1-** Desejo conhecer um outro planeta, portanto, vou fazer uma viagem espacial até Júpiter. Assim que chegar, vou procurar um local agradável para descansar e beber uma água fresquinha.

**Roteiro 2-** A pandemia me deixou estressada de ficar em casa. Resolvi arrumar as malas e conhecer Fernando de Noronha. Fiquei em dúvida com relação aos fatores abióticos deste local. Será que são os mesmos encontros em minha cidade?

**Roteiro 3-** Resolvi tirar férias e planejei conhecer Io e Calisto, satélites naturais de Júpiter. Mas será que existe alguma agência que promova essa viagem? Será que vou conseguir me adaptar?

**Roteiro 4-** Ouvir meus amigos falar sobre extraterrestre e fiquei curioso. Mas extraterrestre existe? Será que vou conseguir alguma nave espacial que me leve até Europa e Ganímedes para checar essa informação? Europa e Ganímedes terão condições de possibilitar a minha visita espacial?

#### 4ª Etapa- Avaliação

A avaliação pretende verificar se os objetivos propostos no início da sequência foram de fato alcançados. O processo avaliativo será feito durante todas as etapas da SD. No entanto, será solicitado que os discentes respondam uma cruzadinha, como uma estratégia para finalizar e fazer uma retomada dos conteúdos abordados.

#### Atividade

Resolva a cruzadinha com base em seus conhecimentos sobre os fatores abióticos da Terra e sobre os quatro satélites naturais de Júpiter.

#### VERTICAL

- 1- Ciência que estuda a origem da vida no Universo e a possibilidade de vida em outros planetas do Sistema Solar.
- 15- Satélite natural de Júpiter conhecido por sua intensa atividade vulcânica.
- 17- Estrutura geológica que é formada quando o magma, gases e partículas quentes "escapam" para a superfície. São encontrados em Io, satélite natural de Júpiter.

#### HORIZONTAL

- 2- Astrônomo que descobriu os quatro principais satélites naturais de Júpiter.
- 3- Nome do corpo celeste que gravita em torno de um planeta ou de outro corpo maior.
- 4- Nome do maior planeta do Sistema Solar.
- 5- Planeta que possui atmosfera e um conjunto de fatores abióticos que permitem a existência da vida como a conhecemos.
- 6- Conjunto de fatores que favorecem a manutenção da vida na Terra.
- 7- Gás usado pelas plantas no processo de fotossíntese.
- 8- Gás usado no processo de respiração.
- 9- Satélite natural de Júpiter que apresenta uma crosta de gelo em sua superfície.

- 10- Segundo maior satélite natural do planeta Júpiter.  
 11- Processo responsável pela produção de açúcares nas plantas.  
 12- É o maior satélite natural de Júpiter.  
 13- Gás encontrado em maior quantidade em Júpiter.  
 14- Cientista que estuda os corpos celestes planetas, estrelas, galáxias.  
 16- Substância essencial para a sobrevivência dos seres vivos.

