



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



**RAFAEL RAMOS LONGUINHOS**

**DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM ASTROBIOLOGIA POR MEIO DE  
EXPOSIÇÃO COMO PROMOTORA DO ENSINO INTERDISCIPLINAR  
ENTRE BIOLOGIA, FÍSICA E QUÍMICA**

**FEIRA DE SANTANA  
2020**

**RAFAEL RAMOS LONGUINHOS**

**DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM ASTROBIOLOGIA POR MEIO DE  
EXPOSIÇÃO COMO PROMOTORA DO ENSINO INTERDISCIPLINAR  
ENTRE BIOLOGIA, FÍSICA E QUÍMICA**

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**  
**Coorientadora: Profa. Dra. Vera Aparecida Fernandes Martin**

**FEIRA DE SANTANA**

**2020**



## ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado

**CANDIDATO (A):** RAFAEL RAMOS LONGUINHOS

**DATA DA DEFESA:** 10 de agosto de 2020    **LOCAL:** Via Google Meet

**HORÁRIO DE INÍCIO:** 14h10min

MEMBROS DA BANCA		FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO	CPF			
MIRCO RAGNI	752.912.581-87	Presidente	DR	DFIS - UEFS
ANA VERENA FREITAS PAIM	563.113.975-87	Membro Interno	DR	DEDU - UEFS
MARCO ANTÔNIO LEANDRO BARZANO	909.409.897-00	Membro Externo	DR	DEDU - UEFS

**TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO\*:**

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM ASTROBIOLOGIA POR MEIO DE EXPOSIÇÃO COMO PROMOTORA DO ENSINO INTERDISCIPLINAR ENTRE BIOLOGIA, FÍSICA E QUÍMICA.

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

Em sessão pública, após exposição de 40 min, o(a) candidato(a) foi argüido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 35 min. A banca chegou ao seguinte resultado\*\*:

- (x) APROVADO(A)
- ( ) INSUFICIENTE
- ( ) REPROVADO(A)

\*\* Recomendações<sup>1</sup>: a banca aprova a dissertação sem necessidade de alterações. Também recomenda futura publicação em revistas indexadas de, no mínimo, dois artigos sobre o trabalho desenvolvido.

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, 10 de agosto de 2020

Presidente: Rafael Ramos Longuinhos  
Membro 1: Rafael Ramos Longuinhos  
Membro 2: Rafael Ramos Longuinhos  
Membro 3: \_\_\_\_\_  
Candidato (a): Rafael Ramos Longuinhos  
Coordenador do PGAstro: Carlos Alberto de Almeida Ribeiro

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



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

**CANDIDATO (A):** RAFAEL RAMOS LONGUINHOS

**DATA DA DEFESA:** 10 de agosto de 2020      **LOCAL:** Via Google Meet

**HORÁRIO DE INÍCIO:** 14h10min

1. Guia para Montagem de uma Exposição de cunho Itinerante – Divulgação Científica em Astrobiologia;
2. Manual de atividades: experimentos de Astrobiologia;
3. Trilha Astrobiológica – Jogo de Tabuleiro.

Feira de Santana, 10 de agosto de 2020.

Presidente: P/ Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Membro 1: P/ Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Membro 2: P/ Carlos Alberto de Lima Ribeiro

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

Candidato (a): Rafael Ramos Longuinhos

Coordenador do PGAstro: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

## Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

Longuinhos, Rafael Ramos  
L847d Divulgação científica em Astrobiologia por meio de exposição como promotora do ensino interdisciplinar entre biologia, física e química / Rafael Ramos Longuinhos. - 2020.  
167f.: il.

Orientador: Mirco Ragni  
Coorientadora: Vera Aparecida Fernandes Martin

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em Astronomia, 2020.

1. Astrobiologia. 2. Divulgação científica. 3. Exposição itinerante. 4. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). I. Ragni, Mirco, orient. II. Martin, Vera Aparecida Fernandes, coorient. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU: 133.52:57

À minha família pelo tempo que deixamos de estar juntos.  
A todos os professores que contribuíram significativamente em minha formação  
desde o Ensino Fundamental.  
Aos meus ex-alunos do Centro de Educação Eulina Felipe e do Centro Integrado de  
Educação Assis Chateaubriand por me incentivarem a buscar novos conhecimentos  
na área da Astronomia, a eles todos os créditos...  
Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. Mirco Ragni e à minha coorientadora Dra. Vera Martin pela dedicação nas orientações e, principalmente, pela liberdade a mim oferecida ao longo da construção desta pesquisa, bem como dos produtos educacionais.

Ao prof. Dr. Marildo Geraldête pela dedicação nas correções e excelentes recomendações ao longo dos seminários de qualificação, além das diversas sugestões oferecidas nas disciplinas do mestrado.

A todos os professores do MPAstro, especialmente aos professores doutores Eduardo B. de Amôres, Ana Verena, Vera Martin, Carlos Alberto e Paulo Poppe, que contribuíram de forma positiva para o aperfeiçoamento da minha visão sobre a sala de aula por meio de suas mediações únicas e motivadoras.

À gestão de 2019 do Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC), especialmente à ex-diretora Sandra Kely e à atual diretora Leislyani Costa, que me apoiaram desde o início da aplicação do projeto na escola.

Aos professores do CIEAC, especialmente à Júlia Lula pelas palavras de incentivo e por todas as sugestões oferecidas.

Aos funcionários do CIEAC, especialmente Nelson e Hudson que me ajudaram nos momentos que eu precisava estar nas aulas do mestrado.

Aos meus ex-alunos Calebe Josué, Gabriely Carvalho, Irion Martins e José Almeida que acompanharam e participaram do desenvolvimento do projeto de pesquisa desde o seu período embrionário (no grupo de estudos). Sem a contribuição deles não teria conseguido ir adiante, nem mesmo ter desenvolvido o projeto de Iniciação Científica Júnior no CIEAC, em 2020.

Aos meus colegas da 6ª turma, autointitulada Halley, em alusão ao cometa Halley. Sentirei saudades de nossos lamentos no grupo do *WhatsApp* e dos momentos de confraternização em cada encontro semanal de aulas. Em especial, agradeço muito tanto a Anna Paula quanto a Ana Cláudia por tornarem um período de longa dedicação em algo divertido e de aprendizado.

Ao meu amigo Raimundo Borges pelo incentivo nos momentos de desânimo e por ter contribuído nas correções e sugestões ao texto da dissertação.

À Fernanda, secretária do MPAstro, por sua dedicação e apoio nas demandas que surgiram ao longo do curso.

*Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino [...]. Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade.*

**(FREIRE, 1996, n. p.)**

**Livro Pedagogia da Autonomia.**

## RESUMO

A Astrobiologia como tema transversal às Ciências Naturais pode servir de alternativa em prol de um processo de ensino e aprendizagem embasado na interdisciplinaridade entre os conceitos biológicos, físicos e químicos. O isolamento entre as disciplinas escolares das Ciências Naturais impossibilita a compreensão plena dos fenômenos naturais do cotidiano, pois tais fenômenos não ocorrem isoladamente, ou seja, não são específicos da Biologia, da Física ou da Química. O presente estudo se caracteriza por ser uma pesquisa qualitativa de natureza aplicada, desenvolvido por meio da pesquisa exploratória. O objetivo desta investigação foi desenvolver no Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC) produtos educacionais que fomentassem nos estudantes do Ensino Médio, o interesse pelo conhecimento científico em um contexto de exposição interdisciplinar na perspectiva da Astrobiologia. No decorrer da pesquisa, elaborou-se como produtos educacionais: um *Guia para montagem de uma exposição de cunho itinerante – Divulgação Científica em Astrobiologia*, um *Manual de atividades: experimentos de Astrobiologia* e a *Trilha Astrobiológica – jogo de tabuleiro*. Quando aplicamos esses produtos educacionais a 117 estudantes do 3º ano do Ensino Médio do CIEAC, verificou-se que o baixo índice de conhecimento científico pôde ser reduzido ao trabalharmos os conceitos biológicos, físicos e químicos de maneira não compartimentalizada, considerando os conhecimentos prévios desses sujeitos cognoscentes do processo de ensino e aprendizagem. Os resultados alcançados demonstraram que as metodologias e estratégias utilizadas proporcionaram uma atuação criativa entre o professor e seus estudantes no decorrer da aplicação do projeto de pesquisa nas aulas de Biologia, ajudando-os a superar alguns problemas de cunho formativo, além de promover a capacidade crítico-reflexiva. Em vista disso, espera-se que os estudos desenvolvidos no Ensino Fundamental pelos estudantes possam, de fato, ser consolidados no Ensino Médio, ampliando, dessa forma, a compreensão da vida, do planeta Terra e do universo, ou seja, do mundo natural.

**Palavras-chave:** Astrobiologia. BNCC. Divulgação Científica. Exposição Itinerante.

## ABSTRACT

Astrobiology as a transversal theme to the Natural Sciences can serve as an alternative in favor of a teaching and learning process based on interdisciplinarity between biological, physical and chemical concepts. The isolation between school subjects of Natural Sciences makes it impossible to fully understand the natural phenomena of everyday life, because such phenomena do not occur in isolation, that is, they are not specific to Biology, Physics or Chemistry. The present study stands out for being a qualitative research of an applied nature, developed through exploratory research. The objective of this investigation was to develop educational products at the Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC) that would encourage high school students, the interest in scientific knowledge in a context of interdisciplinary exhibition from the perspective of Astrobiology. During the course of the research, educational products were developed: a Guide for setting up an itinerant exhibition - Scientific Dissemination in Astrobiology, a Manual of activities: Astrobiology experiments and the Astrobiological Trail - board game. When we applied these educational products to 117 students in the 3rd year of high school at CIEAC, it was found that the low level of scientific knowledge can be reduced by working with biological, physical and chemical concepts in a non-compartmentalized way, considering previous knowledge of these cognoscent subjects of the teaching and learning process. The results achieved demonstrated that the methodologies and strategies used provided a creative performance between the teacher and his students during the application of the research project in the Biology classes, helping them to overcome some formative problems, in addition to promoting the critical-reflexive capacity. In view of this, it is expected that the studies developed in Elementary School by students can, in fact, be consolidated in High School, thus expanding the understanding of life, the planet Earth and the universe, that is, the natural world.

**Keywords:** Astrobiology. BNCC. Exhibition Itinerant. Scientific Divulcation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01</b>	– Astrobiologia como tema transversal.....	<b>41</b>
<b>Figura 02</b>	– Esquema com os conhecimentos conceituais da competência específica II da BNCC distribuídos por campo do saber.....	<b>48</b>
<b>Figura 03</b>	Modelo hipotético do percurso curricular baseado em habilidades e competências.....	<b>50</b>
<b>Figura 04</b>	– Representação da evolução estelar (sem escala para massas diferentes).....	<b>51</b>
<b>Figura 05</b>	– Ciclo de vida do Sol.....	<b>52</b>
<b>Figura 06</b>	– Origem dos elementos químicos presentes na Tabela Periódica...	<b>52</b>
<b>Figura 07</b>	– A Tabela Periódica de Astrobiologia.....	<b>55</b>
<b>Figura 08</b>	– A transversalidade do conceito de vida.....	<b>56</b>
<b>Figura 09</b>	– Analogia de um relógio com alguns eventos cruciais na história da Terra.....	<b>57</b>
<b>Figura 10</b>	– Temperatura ideal para a manutenção da vida de cada grupo de ser vivo terrestre.....	<b>60</b>
<b>Figura 11</b>	– Aparência da Terra há 3,8 a 4 bilhões de anos, durante uma teórica chuva de rochas espaciais.....	<b>64</b>
<b>Figura 12</b>	– Sequência temporal aproximada da evolução dos organismos e da atmosfera terrestre.....	<b>65</b>
<b>Figura 13</b>	– Modelo de Terra primitiva enfatizando as condições atmosféricas e oceânicas associadas à formação de precursores para sínteses pré-bióticas, $\text{NH}_4\text{SCN}$ e $\text{H}_2\text{CO}$ .....	<b>66</b>
<b>Figura 14</b>	– Evolução da quantidade de oxigênio na atmosfera no curso dos tempos geológicos.....	<b>67</b>
<b>Figura 15</b>	Modelo do experimento de Miller e Urey.....	<b>68</b>
<b>Figura 16</b>	– A transferência de energia e matéria ao longo da cadeia alimentar.....	<b>70</b>
<b>Figura 17</b>	– Equação global da fotossíntese.....	<b>71</b>
<b>Figura 18</b>	– Resposta fotossintética típica de plantas de sol e de sombra em função da irradiância.....	<b>72</b>
<b>Figura 19</b>	– Desmatamento na Amazônia.....	<b>74</b>

<b>Figura 20</b>	– Poluição atmosférica.....	<b>74</b>
<b>Figura 21</b>	– Incêndio na Austrália colocam animais em extinção.....	<b>74</b>
<b>Figura 22</b>	– Animal traficado.....	<b>74</b>
<b>Figura 23</b>	– Classificação e etapas do estudo desenvolvido.....	<b>77</b>
<b>Figura 24</b>	– Sequência de imagens com os estudantes presentes no último encontro de Astrobiologia no contraturno.....	<b>80</b>
<b>Figura 25</b>	– Sequência de imagens do ambiente da exposição em Astrobiologia.....	<b>81</b>
<b>Figura 26</b>	– Desenvolvimento vegetal exposto à luz solar após 03 dias de cultivo.....	<b>83</b>
<b>Figura 27</b>	– Desenvolvimento vegetal não exposto à luz após 03 dias de cultivo.....	<b>83</b>
<b>Figura 28</b>	– Maquete: simulando um microecossistema.....	<b>83</b>
<b>Figura 29</b>	– Maquete: fornecimento de luz e calor pelo Sol.....	<b>84</b>
<b>Figura 30</b>	– Maquete: algumas reações bioquímicas decorrentes da fotossíntese.....	<b>84</b>
<b>Figura 31</b>	– Itens do jogo de tabuleiro Trilha Astrobiológica.....	<b>84</b>
<b>Figura 32</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 01: Antes do professor comentar em sala de aula, você já tinha ouvido falar em Astrobiologia?.....	<b>88</b>
<b>Figura 33a</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 03: Qual a importância de associar os conhecimentos da Astronomia com os da Biologia, Física e Química [...]??.....	<b>88</b>
<b>Figura 33b</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 03: Qual a importância de associar os conhecimentos da Astronomia com os da Biologia, Física e Química [...]??.....	<b>88</b>
<b>Figura 34a</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 02: O que você entende por Astrobiologia? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>91</b>
<b>Figura 34b</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 02: O que você entende por Astrobiologia? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>91</b>
<b>Figura 35a</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 14: O que você entende por Evolução Estelar? (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>93</b>
<b>Figura 35b</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 14: O que você entende por Evolução Estelar? (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>93</b>

<b>Figura 36</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 22: O que diz a teoria da evolução química da vida? (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>95</b>
<b>Figura 37</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 22: O que diz a teoria da evolução química da vida? (Se não souber, responder ‘não sei’)...	<b>96</b>
<b>Figura 38</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 05: De que forma a origem e a evolução dos seres vivos na Terra se relacionam com a Astronomia? [...]	<b>98</b>
<b>Figura 39</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 05: De que forma a origem e a evolução dos seres vivos na Terra se relacionam com a Astronomia? [...]	<b>98</b>
<b>Figura 40</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 20: Para você, o que são seres extremófilos? (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>100</b>
<b>Figura 41</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 20: Para você, o que são seres extremófilos? (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>100</b>
<b>Figura 42a</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 21: Qual a importância dos extremófilos para a Astrobiologia? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>101</b>
<b>Figura 42b</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 21: Qual a importância dos extremófilos para a Astrobiologia? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>101</b>
<b>Figura 43a</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 06: O que você entende por zona habitável? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>103</b>
<b>Figura 43b</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 06: O que você entende por zona habitável? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>103</b>
<b>Figura 44a</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 07: O que você entende por planetas e/ou satélites habitáveis? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>104</b>
<b>Figura 44b</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 07: O que você entende por planetas e/ou satélites habitáveis? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>104</b>
<b>Figura 45a</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 17: Quais fatores devem ser considerados na busca por vida em outros astros (planetas e/ou satélites naturais)? (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>104</b>

<b>Figura 45b</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 17: Quais fatores devem ser considerados na busca por vida em outros astros (planetas e/ou satélites naturais)? (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>104</b>
<b>Figura 46a</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 18: Em sua opinião, como deveria ser o planeta mais propício para investigarmos a possibilidade de existência de vida? (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>105</b>
<b>Figura 46b</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 18: Em sua opinião, como deveria ser o planeta mais propício para investigarmos a possibilidade de existência de vida? (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>105</b>
<b>Figura 47</b>	– (Pré e pós-teste) Respostas da questão 08: Você sabe o que foi a Terra primitiva na perspectiva científica?.....	<b>106</b>
<b>Figura 48</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 09: O que você sabe a respeito da Terra primitiva? (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>107</b>
<b>Figura 49</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 09: O que você sabe a respeito da Terra primitiva? (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>107</b>
<b>Figura 50a</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 13: De que forma entendimento sobre o funcionamento dos ecossistemas terrestres pode ajudar na busca de vida fora da Terra?.....	<b>108</b>
<b>Figura 50b</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 13: De que forma entendimento sobre o funcionamento dos ecossistemas terrestres pode ajudar na busca de vida fora da Terra?.....	<b>108</b>
<b>Figura 51a</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 16: Quais as condições ambientais que favorecem a existência de vida em nosso planeta? (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>109</b>
<b>Figura 51b</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 16: Quais as condições ambientais que favorecem a existência de vida em nosso planeta? (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>109</b>
<b>Figura 52a</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 19: Por que precisamos entender o funcionamento da vida na Terra antes de buscarmos por possíveis formas de vida em outros planetas (dentro ou fora do Sistema Solar)? (Se não souber, responder ‘não sei’).....	<b>109</b>
<b>Figura 52b</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 19: Por que precisamos entender o funcionamento da vida na Terra antes de buscarmos por possíveis	

	formas de vida em outros planetas (dentro ou fora do Sistema Solar)? (Se não souber, responder 'não sei').....	109
<b>Figura 53</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 10: Qual a estrela mais próxima da Terra? (Se não souber, responder 'não sei').....	111
<b>Figura 54</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 10: Qual a estrela mais próxima da Terra? (Se não souber, responder 'não sei').....	111
<b>Figura 55</b>	– Comparação das respostas da questão 15 O Sol é um corpo celeste finito? do pré e pós-teste.....	112
<b>Figura 56a</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 11: Por que o Sol é essencial à vida na Terra? (Se não souber, responder 'não sei').....	113
<b>Figura 56b</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 11: Por que o Sol é essencial à vida na Terra? (Se não souber, responder 'não sei').....	113
<b>Figura 57a</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 12: Qual processo permite a planta converter energia eletromagnética em energia química? (Se não souber, responder 'não sei').....	113
<b>Figura 57b</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 12: Qual processo permite a planta converter energia eletromagnética em energia química? (Se não souber, responder 'não sei').....	113
<b>Figura 58</b>	– (Pré-teste) Respostas da questão 23: Em sua opinião, qual deve ser o futuro da vida na Terra diante do uso indiscriminado dos recursos naturais?.....	114
<b>Figura 59</b>	– (Pós-teste) Respostas da questão 23: Em sua opinião, qual deve ser o futuro da vida na Terra diante do uso indiscriminado dos recursos naturais?.....	115
<b>Figura 60</b>	– Distribuição percentual dos estudantes de acordo com a interpretação dos níveis de proficiência em Língua Portuguesa...	117

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01</b>	– Resultados do IDEB observados no Ensino Médio brasileiro e as metas projetadas para cada período de avaliação.....	<b>22</b>
<b>Quadro 02</b>	– IDEB observado no Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Educação da Bahia e as metas projetadas para cada período de avaliação.....	<b>23</b>
<b>Quadro 03</b>	– Habilidades da competência específica II da BNCC que dialogam com a Astrobiologia.....	<b>48</b>
<b>Quadro 04</b>	– Registros dos encontros realizados com os estudantes.....	<b>79</b>
<b>Quadro 05</b>	– Método para o cultivo do <i>Phaseolus vulgaris</i> em condições extremófilas.....	<b>82</b>
<b>Quadro 06</b>	– Classificação das questões que integram cada temática da exposição.....	<b>87</b>
<b>Quadro 07</b>	– Análise comparativa da consistência qualitativa entre as respostas da questão 03 do pré-teste e pós-teste.....	<b>89</b>
<b>Quadro 08</b>	– Plausibilidade das respostas fornecidas no pré-teste sobre o entendimento que os estudantes possuíam sobre Astrobiologia....	<b>92</b>
<b>Quadro 09</b>	– Entendimento apresentado pelos estudantes acerca da Evolução Estelar após as mediações durante a Exposição em Astrobiologia.....	<b>94</b>
<b>Quadro 10</b>	– Apresentação do desempenho dos estudantes acerca da Evolução Química da Vida verificada no pós-teste.....	<b>96</b>
<b>Quadro 11</b>	– Apresentação do desempenho dos estudantes acerca da relação entre a origem e a evolução dos seres vivos na Terra com a Astronomia.....	<b>99</b>
<b>Quadro 12</b>	– Respostas referentes a questão 20 do pós-teste dos estudantes que apresentaram um conceito formado a respeito do que são seres extremófilos.....	<b>101</b>
<b>Quadro 13</b>	– Verificação da aprendizagem adquirida após o pós-teste pelos estudantes que não souberam opinar ao questionamento 23 durante o pré-teste.....	<b>115</b>

<b>Quadro 14</b>	– Percentual de estudantes aprovados na disciplina de Biologia ao longo de cada ciclo letivo de 2019 nas turmas BM, CM e DM do 3º ano.....	<b>119</b>
<b>Quadro 15</b>	– Percentual de estudantes aprovados na disciplina de Biologia ao longo de cada ciclo letivo de 2019 na turma AM do 3º ano.....	<b>120</b>
<b>Quadro 16</b>	– Comentários e impressões em relação às aulas ministradas em abordagem interdisciplinar por meio da exposição científica envolvendo a Astrobiologia.....	<b>120</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01</b> – Classificação e exemplos de extremófilos.....	<b>62</b>
--	-----------

## LISTA DE SIGLAS

<b>BNCC</b>	Base Nacional Comum Curricular
<b>CNE</b>	Conselho Nacional de Educação
<b>CIEAC</b>	Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand
<b>DCN</b>	Diretrizes Curriculares Nacionais
<b>DCNEM</b>	Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
<b>GPS</b>	<i>Global Positioning System</i>
<b>IDED</b>	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
<b>INEP</b>	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
<b>LDB</b>	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
<b>MEC</b>	Ministério da Educação
<b>MPAstro</b>	Mestrado Profissional em Astronomia da UEFS
<b>NASA</b>	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
<b>OCDE</b>	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
<b>OCEM/BA</b>	Orientações Curriculares do Ensino Médio da Bahia
<b>PCN</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais
<b>PISA</b>	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
<b>UEFS</b>	Universidade Estadual de Feira de Santana

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>A ESCOLA PÚBLICA ENQUANTO ESPAÇO DE REFÚGIO E DE (RE)CONSTRUÇÃO DE SABERES.....</b>	<b>27</b>
2.1	A escola pública como espaço de (re)construção dos saberes científicos e das práticas docentes.....	28
2.2	(Re)construindo saberes por meio da Divulgação Científica sobre Astrobiologia em um contexto de exposição interdisciplinar de cunho itinerante.....	30
2.2.1	As relações entre Astronomia e Astrobiologia na exposição itinerante.....	33
2.2.2	A importância da abordagem interdisciplinar para a (re)construção dos saberes científicos.....	36
2.2.3	A Astrobiologia como tema transversal às Ciências Naturais.....	39
2.2.4	O contexto histórico da Astrobiologia, uma ciência em consolidação.....	42
<b>3</b>	<b>OS FUNDAMENTOS DA EXPOSIÇÃO DE CUNHO ITINERANTE EM TORNO DA ASTROBIOLOGIA.....</b>	<b>45</b>
3.1	A BNCC e a transversalidade da Astrobiologia.....	46
3.2	Formação dos elementos químicos por meio do nascimento e da morte de estrelas.....	50
3.2.1	A vida como resultado da evolução química no planeta Terra.....	53
3.3	Origem e evolução dos seres vivos na Terra: uma investigação interdisciplinar.....	56
3.4	Planetas e satélites naturais em zona de habitabilidade, dentro e fora do Sistema Solar.....	58
3.4.1	Extremófilos: a vida em ambientes extremos.....	61
3.5	Biosfera da Terra primitiva e atual.....	63
3.5.1	Terra primitiva: da hipótese de Oparin e Haldane aos experimentos de Miller e Urey.....	66
3.6	Sol, uma estrela essencial à vida na Terra: o fluxo de energia e matéria ao longo das cadeias alimentares.....	69
3.7	Perspectivas sobre o futuro da vida na Terra.....	72

<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>76</b>
4.1	Classificação da pesquisa.....	77
4.2	Materiais e procedimentos metodológicos.....	78
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>86</b>
5.1	Resultados encontrados em “Astrobiologia: uma ciência em consolidação”....	87
5.2	Resultados encontrados em “Formação dos elementos químicos por meio do nascimento e da morte de estrelas”.....	93
5.3	Resultados encontrados em “Origem e evolução dos seres vivos na Terra”.....	97
5.4	Resultados encontrados em “Planetas e satélites em zonas habitáveis, dentro e fora do Sistema Solar”.....	103
5.5	Resultados encontrados em “Biosfera da Terra primitiva e atual”.....	106
5.6	Resultados encontrados em “Sol, uma estrela essencial à vida na Terra: o fluxo de energia e matéria ao longo das cadeias alimentares”.....	110
5.7	Resultados encontrados em “Perspectivas sobre o futuro da vida na Terra”..	114
5.8	Avaliando a influência das variáveis no estudo realizado.....	116
5.9	Avaliação da inserção da Astrobiologia no ano letivo de 2019, nas aulas de Biologia com as turmas de 3º ano do CIEAC.....	119
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>124</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>128</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>137</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>163</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a Lei Federal 9.394 de 20 de dezembro de 1996 dispõe as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), estabelecendo como uma das finalidades do Ensino Médio “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.” (BRASIL, 1996).

A partir dessa premissa legal, é possível inferir que a LDB incentiva um processo de ensino e aprendizagem mais significativo na vida dos estudantes ao advogar em prol do alinhamento entre teoria e prática em cada disciplina dos campos científico e tecnológico, exemplo das Ciências da Natureza, que no âmbito escolar brasileiro, atualmente, incluem as disciplinas de Química, Física e Biologia.

Corroborando com a discussão, em 1997, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio para a área das Ciências da Natureza incluíram a Astronomia como tema a ser abordado em contexto interdisciplinar nas disciplinas de Biologia, Física e Química, suplementando e aprofundando os estudos astronômicos realizados na etapa do Ensino Fundamental. Cabe salientar que o educador Paulo Freire, nascido no nordeste brasileiro, também defendia a abordagem interdisciplinar<sup>1</sup>.

Com a aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) e homologação pelo Ministério da Educação (MEC), ambos em dezembro de 2018, tem-se ratificado um dever já previsto na LDB, que incumbe ao Ensino Médio a garantia da “[...] consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental [...]” (BRASIL, 2018, p. 466).

No contexto ora descrito, as disciplinas das Ciências da Natureza têm um papel de extrema importância ao ter que assegurar a consolidação dos estudos no campo da Astronomia, que de forma inédita, no Brasil, deverão ser desenvolvidos do 1º ao 9º ano do Ensino Fundamental, favorecendo assim, que os estudantes possam, de maneira gradativa, “[...] ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o

---

<sup>1</sup> “Por que não aproveitar a experiência que têm os alunos de viver em áreas da cidade descuidadas pelo poder público para discutir, por exemplo, a poluição dos riachos e dos córregos e os baixos níveis de bem-estar das populações, os lixões e os riscos que oferecem à saúde das gentes. Por que não há lixões no coração dos bairros ricos e mesmo puramente remediados dos centros urbanos?” (FREIRE, 1996, n. p.). Esta proposta pode envolver áreas distintas entorno de um mesmo objetivo.

universo [...]” (BRASIL, 2018, p. 472). Como podemos perceber, a BNCC traz, mesmo que implicitamente, a necessidade de inserirmos a Astrobiologia como tema transversal em prol de ampliarmos a compreensão da vida em nosso planeta e das condições ideais para a sua manutenção seja dentro ou fora do planeta Terra.

Essas ações tendem a melhorar a qualidade da educação básica brasileira, em especial a da rede pública, pois, há alguns anos vem sendo perceptível que a etapa do Ensino Médio tem apresentado resultados cada vez mais incipientes acerca de sua qualidade. Essa constatação advém dos dados das avaliações aplicadas e divulgadas trienalmente pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), realizado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), bem como dos resultados bianuais do Índice de Desenvolvimento do Ensino Básico (IDEB), indicador criado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), utilizado para avaliar a qualidade dos processos de ensino e aprendizagem desenvolvidos em todas as escolas brasileiras.

Com base nos dados publicados pelo INEP, observa-se que o Ensino Médio brasileiro sob dependência administrativa do poder público, só alcançou as metas do IDEB nos anos de 2007, 2009 e 2011, estagnando-se com o índice de 3.5 nos anos de 2015 e 2017, que tinham como metas a obtenção dos índices 4.0 e 4.4, respectivamente (Quadro 01).

**Quadro 01** – Resultados do IDEB observados no Ensino Médio brasileiro e as metas projetadas para cada período de avaliação.

	IDEB Observado							Metas							
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021
<b>Total</b>	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8	3.4	3.5	3.7	3.9	4.3	4.7	5.0	5.2
<b>Dependência Administrativa</b>															
<b>Estadual</b>	3.0	3.2	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.1	3.2	3.3	3.6	3.9	4.4	4.6	4.9
<b>Privada</b>	5.6	5.6	5.6	5.7	5.4	5.3	5.8	5.6	5.7	5.8	6.0	6.3	6.7	6.8	7.0
<b>Pública</b>	3.1	3.2	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.1	3.2	3.4	3.6	4.0	4.4	4.7	4.9

Os resultados marcados em verde referem-se ao Ideb que atingiu a meta.

Fonte: BRASIL, 2020.

<<http://ideb.inep.gov.br/resultado/resultado/resultadoBrasil.seam?cid=587394>>

Quanto ao cenário da qualidade do Ensino Médio no estado da Bahia, segundo o IDEB, verifica-se que o estado baiano foi o que apresentou o pior índice de desenvolvimento em relação aos demais estados brasileiros. Isso no ano de 2017, quando obteve o índice de 2.7, sendo que a meta preconizada era alcançar, no mínimo, o índice 4.1 (Quadro 02).

**Quadro 02** – IDEB observado no Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Educação da Bahia e as metas projetadas para cada período de avaliação.

Estado ↕	Ideb Observado							Metas Projetadas							
	2005 ↕	2007 ↕	2009 ↕	2011 ▲	2013 ↕	2015 ↕	2017 ↕	2007 ↕	2009 ↕	2011 ↕	2013 ↕	2015 ↕	2017 ↕	2019 ↕	2021 ↕
Bahia	2.7	2.8	3.1	3.0	2.8	2.9	2.7	2.7	2.8	3.0	3.3	3.6	4.1	4.3	4.5

Fonte: BRASIL, 2020.

<<http://ideb.inep.gov.br/resultado/resultado/resultado.seam?cid=588372>>

Observando essa problemática, o projeto de pesquisa proposto teve como objetivo geral desenvolver no Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC), produtos educacionais que fomentassem nos estudantes do Ensino Médio, o interesse pelo conhecimento das Ciências Naturais em um contexto de exposição interdisciplinar na perspectiva da Astrobiologia. A partir do objetivo geral buscamos alcançar os seguintes objetivos específicos: montar uma exposição de cunho itinerante para favorecer a compreensão de que os conhecimentos biológicos, físicos e químicos dialogam entre si para explicar o mundo natural; criar um jogo de tabuleiro para desenvolver a capacidade de leitura e interpretação de textos científicos, e; demonstrar a ciência como uma construção humana por meio do desenvolvimento de experimentos.

A exposição de cunho itinerante é apresentada como produto educacional na perspectiva da Astrobiologia, porque além da conhecida deficiência na formação inicial dos professores das Ciências Naturais no que concerne aos conhecimentos do campo astronômico, o quadro se agrava quando observamos que além da “[...] falta de formação específica dos professores, soma-se a ausência de material didático em astronomia, e há muitas falhas nos livros didáticos.” (DAMINELI e STEINER, 2010, p. 108), o que justifica, também, a não introdução da Astrobiologia nas aulas de Biologia, Física e Química.

Ratificando o que foi exposto no parágrafo anterior, Lima Júnior *et al.* (2017, p. 8) denunciam uma realidade presente no Brasil: “na rede pública de ensino, não há professores graduados em Astronomia ou Astrofísica, a maioria dos professores são leigos na formação acadêmica [...]”, exemplo dos físicos, químicos, biólogos e matemáticos que, por ausência ou formação deficitária no campo da Astronomia, podem ser responsáveis por cometer certos equívocos conceituais, muitas vezes, valendo-se de suas concepções alternativas para explicar alguns fenômenos astronômicos ou astrobiológicos, que por ventura façam parte das discussões ocorridas em sala de aula.

Com base no que vem sendo discutido, o problema com o qual defrontamos desde o início da pesquisa foi: O incentivo à divulgação científica por meio de uma exposição de cunho itinerante em Astrobiologia seria viável em um processo de ensino e aprendizagem interdisciplinar, envolvendo conceitos da Biologia, da Física e da Química? No Brasil, a inserção da Astrobiologia como alternativa frente à fragmentação do conhecimento no campo das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, recentemente, vem compondo a literatura especializada (SILVA, 2018; SPINARDI, 2017; FERREIRA, 2017; NEITZEL, 2006).

Concebe-se a Astrobiologia como alternativa viável à superação da fragmentação do conhecimento e do isolamento da Biologia com as demais disciplinas das Ciências Naturais, uma vez que a discussão sobre a vida no Sistema Solar estimula muitas pessoas a refletirem sobre as condições ambientais que podem favorecer a existência de seres vivos tal como conhecemos na Terra, presentes em outros planetas e/ou satélites naturais.

Essa análise ratifica o fato de os assuntos discutidos nas Ciências Biológicas propiciarem condições para que o educando possa compreender que o fenômeno da vida decorre da manifestação de sistemas organizados e integrados, que dependem das condições físico-químicas para a sua existência (BRASIL, 2008). A interação dos organismos vivos com os fatores químicos e físicos favoreceu o surgimento e a manutenção dos sistemas biológicos que conhecemos atualmente.

Ademais, com a exposição criou-se um ambiente em que os conhecimentos científico e tecnológico, ao serem ressignificados, foram considerados um bem comum e de construção coletiva, precisando ser divulgado a fim de não torná-lo monopolizado por um seleto grupo sociocultural, exemplo da comunidade científica, que muitas vezes não cria mecanismos para divulgar à sociedade, o que a universidade produz de conhecimento e qual a importância dessa produção no cotidiano das pessoas.

Em sentido contrário à realidade anteriormente evidenciada, observamos que o programa de Mestrado Profissional em Astronomia (MPAstro) da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) é pioneiro ao fomentar no estado da Bahia, trabalhos interdisciplinares em torno da Astronomia, junto aos professores das mais diversas áreas do conhecimento científico que, em sua maioria, estão no exercício da docência na Educação Básica Pública.

Até o momento (agosto/2020), 65 dissertações já foram defendidas e aprovadas no MPAstro, apresentando resultados significativos e com um grande potencial para a ampliação dos conhecimentos de Astronomia dos docentes e estudantes das instituições de educação, especialmente às escolas públicas, que carecem de recursos humanos bem qualificados diante das atuais exigências de uma sociedade cada vez mais globalizada, na qual o conhecimento científico quase sempre é posto em xeque perante às concepções alternativas de pessoas que, por exemplo, em pleno século XXI, defendem que a Terra é plana.

Athayde (2015) em sua dissertação sobre o ensino de Ciências e Biologia na perspectiva da Astrobiologia, desenvolvida no MPAstro, trouxe à tona os tímidos resultados conquistados pelo Brasil na área de Ciências Naturais, no decorrer das avaliações que foram aplicadas pelo PISA entre os anos 2000 a 2012. A pesquisadora defende que para o Brasil obter as médias preconizadas pelo PISA, faz-se necessário “criar alternativas que ajudem na qualidade do processo ensino-aprendizagem, elaborar e executar projetos que favoreçam a evolução e melhoria da educação em todas as áreas.” (ATHAYDE, 2015, p. 5).

Em relação aos trabalhos já desenvolvidos no MPAstro, a presente pesquisa possibilita a instrumentalização dos estudantes quanto à prática de apresentações orais com correção e clareza nos momentos de pesquisas e construções dos materiais de exposição, usando terminologias técnicas corretamente, além de reconhecer a ciência como uma construção coletiva. Por isso, a escola, um dos lócus de legitimação da ciência, precisa em conjunto com a sociedade, criar estratégias que incentivem nossos estudantes a possuírem novos conhecimentos para que assim o seu raciocínio sobre determinados assuntos seja aperfeiçoado.

Esta dissertação está dividida em 06 capítulos. O primeiro capítulo traz esclarecimentos à luz dos documentos oficiais brasileiros (LDB, BNCC e PCN) acerca da importância de uma educação científica e tecnológica cada vez mais contextualizada e significativa, bem como faz a defesa da inserção de temas transversais, exemplo da Astrobiologia, para a promoção de trabalhos interdisciplinares em torno dos conhecimentos biológicos, físicos e químicos.

O segundo capítulo traz a análise do estado da arte que se encontram os estudos astrobiológicos e a discussão acerca das possibilidades do desenvolvimento de um trabalho pedagógico voltado à aplicação da Astrobiologia como temática

transversal em prol de um processo de ensino e aprendizagem mais efetivo no campo das Ciências Naturais, utilizando-se da abordagem interdisciplinar para estimular os estudantes na compreensão de que os conhecimentos de Biologia, Física e Química dialogam entre si para explicar o mundo natural. Assim sendo, a leitura deste capítulo demonstrará a ciência como uma construção humana, compreendendo que ela se desenvolve por meio da acumulação do saber adquirido por diferentes povos ao longo do processo histórico, evidenciando a relevância em promover a divulgação científica no âmbito escolar.

O terceiro capítulo apresenta as temáticas que sustentaram o projeto de pesquisa, executado nas aulas de Biologia sobre os assuntos: *Origem da vida*, *Origem da Terra* e *Ecologia*. A leitura deste capítulo fará com que o leitor perceba quais processos favoreceram a origem e a evolução da vida, agregando conceitos de várias ciências em busca do entendimento das condições ambientais que provavelmente contribuíram e ainda contribuem para a existência e manutenção da vida como conhecemos no planeta Terra, aperfeiçoando as nossas investigações pelo Cosmos à procura de vida extraterrestre.

O quarto capítulo consiste na caracterização da pesquisa e da apresentação dos instrumentos metodológicos utilizados para a realização do presente estudo. Neste capítulo, esclarecemos o percurso do desenvolvimento do projeto de pesquisa na escola, desde o seu início até a aplicação dos produtos educacionais no dia da culminância da exposição itinerante com ênfase na Astrobiologia.

O quinto capítulo traz a análise e a discussão dos resultados obtidos acerca do desempenho dos estudantes ao longo do ano letivo de 2019, quando o professor pesquisador altera a sua abordagem pedagógica e metodológica nas aulas de Biologia, relacionando direta ou indiretamente os assuntos estudados com as temáticas da Astrobiologia. Os resultados alcançados evidenciam a superação dos problemas identificados no processo de ensino e aprendizagem nas aulas de Biologia do CIEAC, evidenciando a necessidade do trabalho interdisciplinar.

E, por fim, no sexto capítulo, o leitor entrará em contato com as conclusões desta pesquisa, percebendo que é válida a hipótese de que o baixo índice de conhecimento científico pode ser reduzido ao trabalharmos os conteúdos das Ciências Naturais em diálogo com a Astrobiologia, levando em consideração os conhecimentos prévios dos sujeitos cognoscentes do processo de ensino e aprendizagem.

## 2 A ESCOLA PÚBLICA ENQUANTO ESPAÇO DE REFÚGIO E DE (RE)CONSTRUÇÃO DE SABERES

A escola pública é, inicialmente, uma instituição social, composta por pessoas que ensinam, aprendem, refletem, criticam e compartilham experiências de vida. Nesta instituição social, todos almejam alcançar um objetivo em comum: tornar a escola um espaço de (re)construção de saberes. Saberes construídos em coletividade e dotados de uma historicidade. Foi e é por meio da coletividade e da aquisição do saber social, cultural e historicamente sistematizado por diversos povos que, o *Homo sapiens* se transformou em um ser reflexivo e modificador de sua própria realidade.

Na escola pública, todos os sujeitos, sejam eles estudantes, funcionários e professores acabam sendo imersos e contagiados em um sentimento de comunhão e pelo desejo de formar cidadãos críticos e reflexivos, alicerçados não só pelo conhecimento científico, garantido pelo currículo prescrito<sup>2</sup>, como também por aqueles conhecimentos provenientes dos currículos real<sup>3</sup> e oculto<sup>4</sup>.

É nessa dinâmica que os sujeitos fazem da escola um ambiente onde se constrói e reconstrói saberes. Inclusive, em certas situações, a escola pública é considerada como um *lócus* de refúgio para muitos corpos marcados pela rejeição ou ausência de afeto familiar; pela baixa autoestima; pelas diversas formas de violência, enfrentadas a cada dia e; pelos olhares de desconfiança de uma sociedade que ao identificar a presença de certos determinantes sociais<sup>5</sup> impressos em alguns corpos, os coloca em uma situação de marginalização.

À medida que a escola pública se preocupa em construir e reconstruir o saber científico com seus estudantes, ela acolhe e alimenta sonhos por meio da empatia, da

---

<sup>2</sup> Esse tipo de currículo diz respeito aos conteúdos, presentes nos documentos oficiais (PCN, BNCC, Orientações curriculares etc.), que devem ser mediados pelos professores por meio das disciplinas em cada etapa da Educação Básica.

<sup>3</sup> Diz respeito à forma como o currículo de fato se desenvolve em cada aula a depender da metodologia adotada pelo docente, bem como da forma na qual as relações entre docentes e estudantes ocorrem.

<sup>4</sup> Diz respeito a todos os aspectos que fazem parte do cotidiano escolar, como: o conteúdo implícito no discurso do professor em sala de aula, das conversas durante o intervalo, das relações de amizade entre estudantes e funcionários que, em conjunto geram valores e auxiliam no processo de aprendizagem dos estudantes.

<sup>5</sup> No contexto desta pesquisa, consideramos determinantes sociais como sendo fatores sociais, econômicos, culturais, étnicos/raciais e questões de gênero, utilizados por certos grupos para promover a exclusão, a inferiorização e/ou a marginalização de pessoas pertencentes a outros grupos socioculturais.

afetividade e do diálogo. Esses momentos de empatia, afetividade e diálogo acabam sendo bem úteis para estimular os estudantes a sonharem por dias melhores e enxergarem que só por meio do Conhecimento, as pessoas conseguem se libertar das correntes que as prendem na caverna de Platão<sup>6</sup>. Dessa forma, elas têm a possibilidade de adentrar espaços que antes só uma pequena parcela privilegiada da sociedade tinha “direito”.

Nesse contexto, “educar é conseguir que a criança [e adolescentes] ultrapasse as fronteiras que, tantas vezes, lhe foram traçadas como destino pelo nascimento, pela família ou pela sociedade. Hoje, a realidade da escola obriga-nos a ir além da escola.” (NÓVOA, 2009, n.p.). Por tanto, a escola pública enquanto espaço de refúgio e de (re)construção de saberes deve incentivar discussões de que há um intercruzamento de uma diversidade de formas de opressão, e, de uma forma geral, ela se origina de um debate também de intelectualidade, que percebe a realidade como um processo de múltiplas possibilidades.

## **2.1 A escola pública como espaço de (re)construção dos saberes científicos e das práticas docentes**

A escola do séc. XXI precisa se reinventar enquanto espaço de (re)construção dos saberes científicos e das práticas docentes. A formação continuada do professor não se resume apenas à imersão do docente no meio acadêmico em busca de mais conhecimento, prática muito comum atualmente. É necessário que mudemos as concepções. Precisamos nos reconstituir como agentes de transformação social. Estamos sendo desafiados a repensar, a retomar e a vivenciar a essência da docência, um exercício social e histórico que envolve ou deveria envolver, seres críticos e reflexivos de sua própria prática a partir da realidade vivenciada.

A escola precisa ser valorizada como uma instituição de formação contínua para todos (professores, estudantes e funcionários). Em relação aos professores, encontramos em Nóvoa (2009) uma discussão a respeito da cultura do profissional docente, este autor afirma que “ser professor é compreender os sentidos da instituição

---

<sup>6</sup> É uma metáfora criada pelo filósofo Platão, “consiste na tentativa de explicar a condição de ignorância em que vivem os seres humanos e o que seria necessário para atingir o verdadeiro ‘mundo real’, baseado na razão acima dos sentidos.” (Fonte: <<https://www.significados.com.br/mito-da-caverna/>>).

escolar, integrar-se numa profissão, **aprender com os colegas mais experientes**. É na escola e no diálogo com os outros professores que se aprende a profissão.” (NÓVOA, 2009, n.p., grifo nosso).

Desde a nossa tenra idade, somos impulsionados pelo desejo do conhecimento. Essa situação é bem visível nas crianças, que tudo questiona. Desde esse período, nós passamos a aprender na coletividade, e é de maneira coletiva que deveríamos formar uns aos outros, mesmo quando profissionais renomados. Cada professor(a) se forma continuamente por meio do diálogo com seus pares e na mediação com seus estudantes. Considerando isso, é possível afirmar que a formação continuada, na realidade, também diz respeito à nossa capacidade de discutir, pensar e compartilhar uns com os outros os nossos saberes, experiências e práticas docentes exitosas e não exitosas. É preciso cooperação e partilha.

É no chão da sala de aula que nos consolidamos como docentes, atuantes em uma escola real, visto que as instituições de formação de professores delineiam seus currículos sob a perspectiva de uma escola ideal, desconsiderando a necessidade de discutir com os professores em formação acerca dos principais problemas sociais, cognitivos e estruturais presentes nas escolas brasileiras, especialmente as públicas. Como exemplos dos principais problemas sociais, cognitivos e estruturais, temos: estudantes com baixa autoestima, estudantes que frequentam a escola para se alimentar, salas de aula superlotadas e sem ventilação adequada, falta de equipamento de audiovisual, cadeiras quebradas, quadra para as práticas esportivas e recreativas em condições precárias, falta de piloto e apagador etc.

Considerando o contexto exposto, entendemos que por meio de trabalhos escolares interdisciplinares, envolvendo a Divulgação Científica, por exemplo, é possível incentivar os estudantes e os professores a perceberem a Ciência como instrumento de transformação social, bem como fonte para a expansão da consciência e compreensão do mundo que nos cerca.

A Divulgação Científica em Astrobiologia em um contexto de exposição de cunho itinerante é uma atividade formativa, capaz de promover a formação e/ou aperfeiçoamento de professores e estudantes, pois no processo de (re)construção dos saberes científicos, ambos os sujeitos, juntos, têm a oportunidade de transformar o conteúdo e a linguagem científica em algo mais tangível aos distintos públicos, independentemente de classe social, poder aquisitivo, nível de escolaridade, raça etc.

## **2.2 (Re)construindo saberes por meio da Divulgação Científica sobre Astrobiologia em um contexto de exposição interdisciplinar de cunho itinerante**

A Resolução nº 3 de 2018 do Conselho Nacional de Educação atualizou as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para o Ensino Médio, servindo de referência para a implementação do novo modelo de Ensino Médio em todos os sistemas de educação do país. Essa resolução, por exemplo, prevê no inciso V do artigo 5º, a “pesquisa como prática pedagógica para inovação, criação e construção de novos conhecimentos” (BRASIL, 2018, p. 17), corroborando com a execução da Divulgação Científica no âmbito escolar em um contexto de exposição de cunho itinerante em prol da (re)construção dos saberes que os estudantes têm acerca da Astrobiologia e das demais ciências.

Essa atualização na DCN ratifica a ideia de que para viver em sociedade, atualmente, as pessoas precisam compreender o funcionamento da ciência e dos recursos tecnológicos que estão à nossa disposição, capacitando os cidadãos na tomada de decisões que, de alguma forma possa influenciar em sua saúde, educação e segurança, bem como em atitudes que ajudem a conservar o planeta no qual habitamos (ROCHA, 2012).

O contexto apresentado traz à tona a necessidade da alfabetização científica no âmbito escolar. A alfabetização científica “[...] almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas [...]” (SASSERON e CARVALHO, 2011, p. 60), dessa forma seriam formados cidadãos com apropriação do conhecimento científico e atores críticos na sociedade, possuidores de uma nova visão de mundo e capazes de se posicionarem politicamente na tomada de decisões.

Atualmente, considera-se que alfabetizar para a Ciência é oportunizar ao estudante a identificação dos signos<sup>7</sup> manifestos pela Natureza e ter a habilidade de transformar esses signos em linguagem. Entende-se por signo o conjunto de um elemento material perceptível aos nossos olhos e seu respectivo conceito abstrato.

---

<sup>7</sup> “Signo é a união do significante + significado, que representa ou traduz para alguém uma visão segmentada e arbitrária da realidade [...] o significado não é uma coisa em si, mas a interpretação que o sistema linguístico faz dela. [...] O processo que liga as duas faces – imagem acústica (significante) e conceito (significado) - é chamado de significação.” (REBELLO, 2017, p. 1105).

A partir dessa compreensão, é possível perceber que os estudantes têm contato constante com os elementos materiais da Natureza, como: raios, vento, trovão, coagulação do sangue após um ferimento etc., porém, por não estarem alfabetizados cientificamente, muitas vezes, eles podem ter dificuldades na tradução dessas manifestações da Natureza para o seu dia a dia.

O doutor Guilherme da Silva Lima ao discutir a educação científica em sua tese de doutoramento, intitulada *O professor e a divulgação científica: apropriação e uso em situações formais de ensino*, em 2016, chegou à conclusão de que ações envolvendo a educação científica vêm ocorrendo de forma expressiva no Brasil, devido a: valorização do conhecimento científico, o surgimento de novas tecnologias que permitiram o acesso à informação e aos meios de comunicação de maneira mais rápida. Esses fatores estimularam o interesse da população por assuntos relacionados com a Ciência e a Tecnologia, demandando, dessa forma, maior aproximação da comunidade científica com os interesses e o cotidiano da sociedade (LIMA, 2016, p. 21).

Essa aproximação entre a comunidade científica e a sociedade é fundamental, visto que boa parte das informações que o grande público, principalmente os estudantes, possuem sobre ciência e tecnologia advém dos meios de comunicação que, muitas vezes, reverberam informações e conceitos equivocados, sendo responsável pela gênese de uma população cuja visão do conhecimento científico e tecnológico passa a ser distorcida, expondo, dessa forma, ideias que destoam da realidade (ROCHA, 2012).

Por esse e outros motivos é que se fazem necessárias ações de Divulgação Científica no âmbito escolar com a finalidade de formar os estudantes para a leitura mais atenta e crítica das informações veiculadas pela grande mídia, bem como pelas redes sociais, local em que muitas informações inverídicas e sem fundamento científico são compartilhadas e tidas como verdades científicas.

Muitos professores e professoras ao pretenderem desenvolver com os estudantes a compreensão crítica dos fenômenos naturais, sociais, históricos e políticos, acabam fazendo uso de diversas estratégias pedagógicas e metodológicas em busca de uma educação científica que seja capaz de promover o pensamento crítico dos estudantes, na tentativa de estimulá-los a sentirem prazer pelo

conhecimento e de estarem na escola, espaço privilegiado para a (re)construção de novos saberes e atitudes.

A proposta de exposição que vem sendo defendida nesta pesquisa, visa compor esse rol de estratégias pedagógicas e metodológicas para a promoção da educação científica, utilizando a Astrobiologia como tema gerador de estudos e discussões, pois conforme concluiu Oliveira (2017) ao longo de seus estudos junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências da UNIFEI (Universidade Federal de Itajubá), a exposição itinerante é um dispositivo de comunicação que possibilita momentos de interação com os visitantes, favorecendo o ensino e a capacidade reflexiva dos integrantes.

Em consulta ao Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, verificamos que a palavra exposição é um substantivo feminino, entendido por ser “ato de expor(-se), ou o resultado deste ato; exibição pública de obras de arte, fotografias, peças de artesanato, produtos industriais ou agrícolas, etc.; feira; conjunto do que se expõe.” (FERREIRA, 2011). Já a palavra itinerante, é um adjetivo de dois gêneros, estando definido como: “que ou pessoa que viaja, percorre itinerários.” (FERREIRA, 2011).

Com base nos objetivos pelos quais perseguimos, o conceito de exposição de cunho itinerante que empregamos nesta pesquisa foi: uma exposição não fixa e temporária, constituída por materiais visuais que poderão ou não ser manipuláveis pelo público visitante. Segundo Oliveira (2017, p. 17), a “[...] exposição itinerante pode representar um meio para o ensino e disseminação da ciência e pode ser empregada dentro da escola, vinculada às atividades escolares, no espaço comum aos alunos e professores.”.

A construção de uma exposição itinerante é de fundamental importância, principalmente quando levamos em consideração que os museus e centros de ciências são espaços não formais que se constituem como principais agentes divulgadores do conhecimento científico e tecnológico. Entretanto, a depender do contexto sociocultural e financeiro dos estudantes das escolas públicas, esses espaços não formais se tornam inacessíveis, impossibilitando-os de experienciarem o ambiente de uma exposição científica.

Costa Júnior *et al.* (2018) esclarecem que atividades não formais de ensino, a exemplo das exposições fixas (em museus, planetários e observatórios) e itinerantes (clubes astronômicos, planetários, rodas de conversas e discussões científicas)

atraem mais o público que as ações de Divulgação Científica promovidas em ambientes formais de ensino, como as escolas, porém, acreditamos que uma exposição de cunho itinerante no espaço escolar, dependendo da metodologia utilizada pelo divulgador da ciência (ou o professor), é possível oferecer aos estudantes uma “maior liberdade para interagir com os objetos das atividades [da exposição], podendo correlacionar a Astronomia com seus contextos e experiências de vida, bem como expandir suas relações com esses novos objetos” (COSTA JÚNIOR *et al.*, 2018, p. 2) da mesma forma que ocorre nas exposições fixas ou itinerantes não formais.

Braga, Cardoso, Machado e Santos (2018) ao discutirem em um artigo acerca da importância da ciência itinerante, defendem que de uma forma geral, projetos que objetivam trabalhar com a divulgação da ciência sob a perspectiva itinerante acabam sendo uma atividade privilegiada que, fomenta o diálogo e a reflexão de maneira contextualizada. Dessa forma, estar-se-á articulando o ensino, a pesquisa e a extensão, nos permitindo entender que exposições itinerantes podem se constituir em espaços formativos para os estudantes.

Nesse aspecto, os estudantes ao se envolverem na construção e execução em um projeto de Divulgação Científica por meio de uma exposição de cunho itinerante, voltada principalmente para os estudos em Astrobiologia, têm a oportunidade de aprender aquilo que era desconhecido, desfazer das concepções alternativas sobre determinados fenômenos e perceber-se como sujeitos críticos e reflexivos.

### **2.2.1 As relações entre Astronomia e Astrobiologia na exposição itinerante**

A Astronomia tem sua existência iniciada a partir do momento que os primeiros seres humanos passaram a contemplar o céu estrelado, identificando a presença de certos padrões na esfera celeste e, desses padrões, realizando certos julgamentos. Deste modo, assim como Morin (2007, p. 27), acreditamos na ideia de “[...] que todas as civilizações, todas as comunidades tiveram uma concepção do mundo e a preocupação de situar, de inscrever os humanos no cosmos.”

Foi por meio da contemplação da abóbada celeste que a Astronomia “ganhou vida”, haja vista que a observação dos movimentos dos corpos celestes como a Lua,

Sol, planetas e demais astros errantes sempre gerou fascínio nas pessoas, despertando dúvidas e curiosidades sobre tais corpos celestes (ALBRECHT e VOELZKE, 2016). Tanto é, que em “[...] tempos antigos, na fala e nos hábitos cotidianos, os acontecimentos mais mundanos eram relacionados aos maiores eventos cósmicos.” (SAGAN, 2017, p. 19).

Diante disso, na atualidade, a Astronomia é considerada uma ciência que atua como um elo entre a sociedade e os saberes historicamente construídos pela humanidade, atraindo assim, públicos das mais diversas idades e nível de instrução escolar/acadêmico, devido à inata curiosidade da humanidade pelo Cosmos (FARIAS e BARBOSA, 2017). Camino (2018) em seus estudos, descobriu que há tempos já se tinha uma projeção que colocava a Astronomia em uma posição privilegiada no que concerne ao entendimento da inserção dos seres humanos no universo, visto que:

Ensinar Astronomia, então, não deveria ser apenas modelar um buraco negro, fazer um diagrama HR, calcular a órbita de um planeta ou saber explicar mudanças na aparência e nos movimentos da Lua no céu local. Também deveria ser compreender como as pessoas de hoje em dia incorporam elementos para olhar o mundo natural com outros olhos, os próprios deste século e dessa concepção científica, sem perder de vista que não apenas o presente, mas também outras épocas, em outras culturas, não tão distantes, se quiser, o universo poderia ser imaginado, descrito e explicado de maneiras muito diferentes, e assim, certamente será no futuro quando não estivermos aqui. (CAMINO, 2018, p. 194, tradução nossa).

Assim como Camino (2018), ansiamos por um ensino de Astronomia mais significativo e contextualizado aos sujeitos cognoscentes da prática educativa, tornando-os agentes reflexivos de sua própria formação, bem como produtores de novos conhecimentos, deixando à margem a concepção tradicional de um estudante passivo diante do processo de ensinar e aprender.

Ao buscarmos por referenciais que corroborassem com um ensino de Astronomia mais significativo e contextualizado, identificamos no livro *Fascínio do Universo* de Damineli e Steiner (2010) que, a Astronomia é uma ciência alicerçada nos conhecimentos científicos, tecnológicos e culturais, tornando-a uma ferramenta poderosa, capaz de despertar o interesse dos estudantes pelas áreas da Biologia, da Física, da Química e da Matemática.

Com base nessa interpretação, depreendemos que a Astronomia pode e deve ser trabalhada em um contexto interdisciplinar com as diversas disciplinas escolares, exemplo da Biologia, da Física e da Química, uma vez que por meio da Astronomia,

os estudantes compreenderão de forma mais significativa sobre a imensidão do Universo e da nossa responsabilidade com o futuro do planeta Terra (ALBRECHT e VOELZKE, 2016).

A interdisciplinaridade discutida acima, tão demandada nos tempos atuais, está inserida nos Parâmetros Curriculares Nacionais<sup>8</sup> desde os anos 90, sendo imaginável a indispensabilidade de uma articulação interdisciplinar na condução de um aprendizado em Astronomia significativo, mesmo diante das demarcações disciplinares existentes no conhecimento histórico e culturalmente construído.

Como é possível constatar, novas alternativas para o ensino interdisciplinar de Astronomia e a difusão científico-tecnológico são vitais à Educação Básica brasileira, tendo em vista que as investigações dessa ciência costumam agregar saberes oriundos de vários campos do conhecimento científico, especialmente as que estão relacionadas com as Ciências Naturais. Essa agregação de saberes pode facilitar os estudos acerca da origem e evolução da vida, na forma como a conhecemos em nosso planeta, e até mesmo, favorecer a busca por indícios de seres vivos em outros planetas, satélites e/ou sistemas (PELLENZ, 2016).

Gomes, Duarte e Vieira (2017) defendem em seu artigo *Como seria trabalhar Astrobiologia na sala de aula?* que a Astrobiologia é uma alternativa em potencial no favorecimento de um processo de ensino e aprendizagem embasado na abordagem interdisciplinar entre os conhecimentos biológicos, físicos e químicos. Segundo Nascimento (2015), isso se deve ao fato de a Astronomia possibilitar a socialização de diversas áreas da ciência, favorecendo, dessa forma, uma visão holística sobre o conhecimento, o maior bem da prática educativa.

É salutar destacar que a Astrobiologia é um campo da pesquisa científica que se debruça nos estudos sobre a origem da vida no planeta Terra, dos locais do universo que seriam propícios ao abrigo de seres vivos e, como deve ter sido o processo evolutivo da vida em nosso planeta desde os primórdios. Com base nos resultados desses estudos, aperfeiçoa-se a busca por indícios de vida dentro e/ou fora do Sistema Solar, como também impulsiona o surgimento de novos conhecimentos e aplicação de novas tecnologias.

---

<sup>8</sup>“Assuntos relacionados a outras Ciências, como Geologia e Astronomia, serão tratados em **Biologia, Física e Química**, no **contexto interdisciplinar** que preside o ensino de cada disciplina e o do seu conjunto.” (BRASIL, 1997, p. 5, grifos nossos).

Um diferencial identificado nos estudos desenvolvidos no campo da Astrobiologia é que “[...] diferentemente da biologia clássica, na astrobiologia a Terra não é considerada um sistema autocontido e isolado dos demais corpos celestes, mas é vista como uma peça que afeta e é afetada pelas demais.” (SOUZA, 2013, p. 32). É por isso que a Astrobiologia, segundo Rodrigues, Galante e Avellar (2018), surge com a proposta de discutir a temática da vida em um contexto inter e multidisciplinar, evidenciando que o planeta Terra não é um sistema fechado, haja vista a existência de uma interação dele como o meio astrofísico nos mais diversos tempos, bem como o meio astrofísico também interage com a Terra.

### **2.2.2 A importância da abordagem interdisciplinar para a (re)construção dos saberes científicos**

Houve um período da história que o conhecimento construído ao longo dos tempos acerca da natureza, da sociedade e da política era concebido como um bem único indissociável, ou seja, não havia demarcações que limitassem o pensamento crítico e nem que incentivassem a produção de saberes fragmentados (não holístico). Os fenômenos eram estudados e compreendidos em sua totalidade.

À medida que o conhecimento acumulado começou a alcançar dimensões vultosas, ele foi sendo fragmentado em unidades compartimentalizadas, hoje, denominadas de disciplinas. Diante do exposto, observa-se que nossas escolas se utilizam da fragmentação do conhecimento socialmente construído para o desenvolvimento do processo de ensinar e de aprender por meio de suas disciplinas curriculares que, muitas vezes, não dialogam entre si.

Em paralelo à situação evidenciada, relacionamos os baixos resultados apresentados nas avaliações internas e externas que são aplicadas aos estudantes da Educação Básica no 9º ano do Ensino Fundamental e no 3º ano do Ensino Médio com a manutenção da disciplinaridade, de aulas descontextualizadas com a realidade dos estudantes, bem como a não utilização de temas transversais como caminho a favor de um ensino interdisciplinar.

Na tentativa de buscarmos por melhorias no desempenho escolar de nossos estudantes e, considerando que “ensinar exige a convicção de que a mudança é

possível” (FREIRE, 1996, p. 30), defendemos o não isolamento entre os diversos campos do saber no âmbito escolar, além da adoção da abordagem interdisciplinar a fim de tornar os estudantes capazes para reconhecerem a ciência como uma construção humana.

Em razão disso, acreditamos que a disciplinaridade não consiste em um meio eficaz para garantir que os estudantes consigam relacionar os conhecimentos de uma dada disciplina com as demais. É por isso que a BNCC para o Ensino Médio diz que para “formar esses jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade [...]” (BRASIL, 2018, p. 463), tornando-os capazes para lidarem com as adversidades e intervirem na realidade na qual estão inseridos.

Em vista de os problemas cotidianos demandarem dos sujeitos conhecimentos gerais e unificados para a sua resolução é que, “[...] dialogando com o ensino de ciências, busca-se um ensino mais agregador com a intenção de se compreender o que se vivencia.” (GOMES, DUARTE e VIEIRA, 2017, p. 4973). Como podemos verificar, o isolamento entre as disciplinas, em especial das Ciências Naturais, pode impossibilitar a compreensão plena dos estudantes a respeito dos fenômenos naturais do cotidiano, uma vez que tais fenômenos não ocorrem isoladamente, ou seja, não são específicos da Biologia, da Física ou mesmo da Química, demandando assim, conhecimentos integrados.

Essa demanda por conhecimentos integrados se tornou inequívoco a partir do aparecimento de infecções respiratórias e gastrointestinais (em alguns casos) em humanos, causada pelo contágio do vírus COVID-19<sup>9</sup>. Esse vírus mostrou ao mundo que o conhecimento tem que ser trabalhado de forma interdisciplinar. Percebemos que estudar virologia não é tema exclusivo das aulas de Biologia, porque a pandemia trouxe consigo impactos negativos nos campos sociais, econômicos e políticos, além de expor a forma como os sistemas de saúde de cada nação estão estruturados.

---

<sup>9</sup> RNA vírus (chamado de coronavírus) da ordem Nidovirales da família Coronaviridae. Classificado em 11 de fevereiro de 2020 pela Organização Mundial da Saúde, em Genebra, na Suíça, como uma doença pandêmica. “[...] a maioria das infecções por coronavírus em humanos são causadas por espécies de baixa patogenicidade, levando ao desenvolvimento de sintomas do resfriado comum, no entanto, podem eventualmente levar a infecções graves em grupos de risco, idosos e crianças” (BRASIL, 2020).

O COVID-19 fez com que fôssemos capazes de analisar a problemática da desigualdade social presente em cada país; perceber que é necessário sabermos quais os mecanismos de ação de compostos químicos sobre as estruturas celulares e virais; mostrou que somos um só povo, independente de demarcações geográficas e/ou culturais; bem como verificar que países com os maiores índices de mortes pelo COVID-19 foram aqueles cuja pirâmide etária é composta em sua maioria por idosos, uma das categorias do grupo de risco. Nesse contexto, a interdisciplinaridade é um fator *sine qua non* diante da necessidade de resolvermos os problemas com os quais nos deparamos cotidianamente.

Precisamos romper com a ideia de centrarmos em um ponto específico, esquecendo do todo. Mais uma vez, os problemas cotidianos demandam conhecimentos unificados. Objetivando desenvolver uma prática de ensino interdisciplinar no campo das Ciências Naturais, investigamos e identificamos em Fernandes (2018, p. 111) um delineamento a respeito da palavra interdisciplinaridade, considerando-a como sendo “[...] a interdependência, interação e comunicação entre campos do saber, possibilitando a integração do conhecimento das mais diversas áreas.”. Em Nicoletti, Vestena e Sepel (2018, p. 44) encontramos que “[...] a interdisciplinaridade busca tornar o conteúdo o mais próximo possível da realidade do educando, apropriando-se de saberes das diferentes áreas do conhecimento.”.

Isso posto, acreditamos que a escola do século XXI precisa oportunizar aos sujeitos cognoscentes do processo de ensino e aprendizagem, um novo espaço para a (re)construção dos saberes científicos mediados nas aulas, visto que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.” (FREIRE, 1996, p. 21).

Salienta-se que abordagens interdisciplinares no âmbito escolar não objetivam invalidar a existência e a importância das disciplinas, mas sim, fortalecer as relações entre as mais diversas disciplinas com a realidade concreta por qual vivenciam os nossos estudantes (BRASIL, 2009), haja vista que a interdisciplinaridade “[...] tende a superar essa visão fragmentada e desconexa da realidade [...]” (GOMES, 2018, p. 16).

Moraes (2018) em sua dissertação a respeito das concepções de interdisciplinaridade, adverte-nos que no tocante à interdisciplinaridade, precisamos romper com as barreiras existentes entre as diversas disciplinas, pois é preciso que o

conhecimento seja construído em sua totalidade. Ao mesmo tempo, Moraes (2018) expõe a necessidade da interação não só dos diversos campos do saber, como também o diálogo, a parceria, o envolvimento e o planejamento na prática educativa, ou seja, faz-se necessário o desenvolvimento de um trabalho coletivo por parte dos docentes.

Como é possível depreender, no contexto do ensino interdisciplinar, torna-se essencial a imersão de todos os envolvidos da ação didático-pedagógico em um trabalho colaborativo e bem planejado em busca de objetivos comuns, fazendo com que os sujeitos cognoscentes do processo pedagógico percebam o conhecimento em sua forma global.

### **2.2.3 A Astrobiologia como tema transversal às Ciências Naturais**

A Astronomia, como podemos perceber, é uma ciência que depende dos conhecimentos de outras ciências como a Biologia, a Física, a Química, a Matemática, a Geologia etc. Nessa perspectiva, Camino (2018) afirma que a fragmentação do conhecimento dificulta a compreensão da Astronomia, distorcendo o que ela é e de como se trabalha neste campo da ciência tão rico, porém, incompleto se não for visto como um todo integrado, haja vista as barreiras epistemológicas existentes entre as demais áreas.

Assim como a Astronomia, os estudos desenvolvidos no campo da Astrobiologia também requerem conhecimentos advindos de outras ciências, uma vez que ela é um corpo de conhecimento interdisciplinar, impulsionando o trabalho colaborativo de pesquisadores dos mais diversos campos da ciência. Apesar da palavra Astrobiologia “[...] levar em consideração apenas a astronomia e a biologia, essa ciência se utiliza da interação também das áreas da física e da química para a efetivação de seus estudos, caracterizando-se por uma abordagem interdisciplinar.” (PEIXOTO, 2018, p. 35).

Em vista desta inter e multidisciplinaridade em torno do estudo da origem, evolução e futuro da vida no planeta Terra, encontramos na Astrobiologia uma excelente oportunidade para promovermos um ensino de Biologia pautado na

interdisciplinaridade que ela possui com a Física e a Química, tendo a Astrobiologia como temática transversal a essas três disciplinas escolares.

Torna-se possível na disciplina de Biologia, por exemplo, fazer uso da Astrobiologia como tema transversal para a discussão acerca da origem da vida sob a perspectiva físico-química da geosfera, atmosfera, hidrosfera da Terra primitiva; bem como também é exequível aos professores de Química e Física, utilizarem da Astrobiologia como temática transversal em seus planejamentos de aula quando forem discutir assuntos como: os compostos orgânicos que compõem os seres vivos, os benefícios e malefícios da radiação solar para a vida, a conversão de energia eletromagnética em energia química por meio da fotossíntese, a importância do efeito estufa etc.

Corroborando com essa discussão, o estado da Bahia, desde o ano de 2015, possui Orientações Curriculares para o Ensino de Ciências Naturais do Ensino Médio, que advogam pela inserção da interdisciplinaridade entre as disciplinas escolares. Tal documento menciona que na atualidade:

[...] se deve buscar na escola o trabalho com temas que estejam ligados à vivência dos(as) estudantes. Não há mais lugar para tratarmos em sala de aula dos temas próprios das Ciências da Natureza de forma desarticulada entre seus componentes, bem como negar essa articulação também entre os componentes curriculares das outras áreas. (BAHIA, 2015, p. 12).

Dessa maneira, reconhecemos a Astrobiologia como uma ferramenta poderosa para romper com as barreiras acadêmicas, criadas em torno do conhecimento científico (RODRIGUES, GALANTE e AVELLAR, 2016). Ao observarmos a presença de tais barreiras acadêmicas, juntamente com o alto grau de especialização das várias áreas do saber científico, concluímos que o aumento da especialização do conhecimento “não só afetou o modo de produção científica, mas toda a produção de conhecimento, inclusive o modo de ensinar na escola. Ou seja, a escola incorporou a disciplinaridade como visão de mundo mais adequada [...]” (GOMES, 2018, p. 20-21), fato que não atende mais às aspirações dos atuais estudantes, conectados e globalizados. Devido a isso, surge a necessidade de que as escolas proponham trabalhos interdisciplinares.

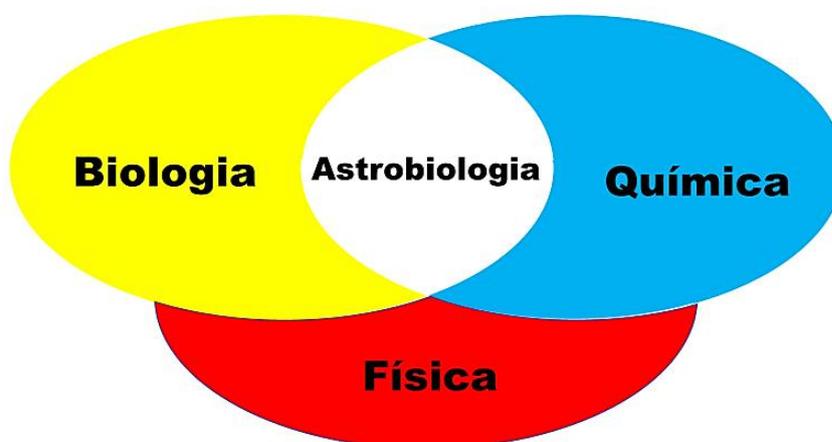
Baseando-se nos estudos mais recentes sobre a interdisciplinaridade e a Astrobiologia, Gomes, Duarte e Vieira (2017, p. 4974) consideram que a Astrobiologia é “[...] uma área que apresenta um terreno fértil de oportunidades para trabalhar os

conteúdos concernentes às ciências naturais por dependerem de esclarecimentos a respeito da base que estrutura a vida.”, especialmente sob os aspectos químicos, físicos e biológicos.

A partir das análises realizadas, acredita-se que a inserção da Astrobiologia como tema transversal em uma abordagem interdisciplinar entre as disciplinas das Ciências Naturais ao longo do Ensino Médio faz com que, uma vez percebida a existência de “[...] uma ponte entre o conhecimento biológico, físico e químico dos organismos em nível educacional, obtém-se indivíduos que entendem a relação do entendimento científico e eventos do universo, como também aproxima estes mesmos a ciência. [...]” (LIMA e SANTOS, 2016, p. 295).

É nesse contexto que as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica entendem que a transversalidade se encontra na seara da dimensão didático-pedagógica enquanto a interdisciplinaridade constitui-se em uma possibilidade de abordagem epistemológica no âmbito escolar (BRASIL, 2013).

**Figura 01** – Astrobiologia como tema transversal.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Então, como é possível observar na Fig. 01, a interdisciplinaridade depende da utilização de termos transversais para que haja integração entre as disciplinas escolares, especialmente as que pertencem a uma mesma área do conhecimento. Dessa maneira, o presente estudo utilizou a Astrobiologia como tema transversal para a realização da travessia e diálogo entre os conhecimentos biológicos, físicos e químicos.

#### 2.2.4 O contexto histórico da Astrobiologia, uma ciência em consolidação

Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio do Estado da Bahia (OCEM/BA), é preciso que exploremos a história das ciências com a finalidade de motivar e seduzir os sujeitos cognoscentes do processo pedagógico aos estudos por meio de aulas mais interessantes e estimulantes. Ainda, propõem que as aulas possibilitem aos estudantes a compreensão da ciência como um produto em constante construção e não como um produto acabado, promovendo dessa forma, o surgimento de problematizações, etapa essencial à formação de sujeitos críticos e reflexivos, capazes de mobilizar os conhecimentos das ciências para a resolução das mais variadas situações do dia a dia (BAHIA, 2015).

Quando o professor aborda a história por detrás de cada assunto discutido em sala de aula, os estudantes têm a oportunidade de perceber que a ciência não se propõe a estabelecer verdades universais e inquestionáveis, mas sim, propor o melhor argumento para justificar determinados problemas enfrentados pela sociedade em um dado momento histórico e sociocultural, haja vista que “[...] uma das bonitezas de nossa maneira de estar no mundo e com o mundo, como seres históricos, é a capacidade de, intervindo no mundo, conhecer o mundo.” (FREIRE, 1996).

Ao passo que se trabalha com a história da ciência, a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) deve estar presente a fim de que os estudantes percebam que a ciência é feita por pessoas que buscam suprir as demandas de sua própria época, ou seja, a ciência é feita por e para pessoas. Pessoas que carregam consigo preconceitos e certezas que acabam por influenciar nos métodos e resultados dos estudos desenvolvidos, evidenciando que a ciência não é neutra, embora essa seja a pretensão.

Quando voltamos nossos olhares ao passado, percebemos que o termo Astrobiologia ganhou notoriedade após a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) delimitar a vida na Terra e no Universo como objeto de estudo desta ciência emergente durante a corrida espacial, logo depois da 2ª Guerra Mundial (RODRIGUES, GALANTE e AVELLAR, 2016; SPINARDI, 2017; SILVA, 2018). Com isso, naquela época, tornou-se possível acalmar os ânimos dos mais críticos quanto aos grandes investimentos na então Exobiologia, predecessora da Astrobiologia, que objetivava apenas encontrar formas de vida fora do planeta Terra.

É perceptível que a Astrobiologia surge em um contexto de intenso avanço tecnológico e científico no que diz respeito à conquista espacial, bem como das pressões políticas, sociais e financeiras acerca dos estudos e investimentos na então Exobiologia. Hoje em dia, a “[...] astrobiologia ocupa-se então de seu papel desmistificador e pauta-se nos preceitos científicos na busca por indícios de vida extraterrestre.” (LIMA e SANTOS, 2016, p. 293), no entanto, a divulgação da Astrobiologia, segundo Neitzel (2006, p. 15): “[...] por ser uma ciência que pode ser considerada recente, muito pouco ou nada é discutida no nível do Ensino Fundamental e Médio, ou sobre suas aplicações e importância no desenvolvimento científico e tecnológico.”.

Apesar da inclusão da Astrobiologia, ainda há muitas pessoas que julgam irrelevantes os altos investimentos, em termos monetários, que se aplicam aos estudos ligados à área, não sabendo que: “[...] mesmo que a descoberta de vida extraterrestre possa demorar a acontecer, os produtos da investigação podem surgir como resultado do próprio desenvolvimento de suas sub-áreas [sic]...” (PAULINO-LIMA e LAGE, 2010, p. 15), possibilitando o avanço da ciência e da tecnologia, disponibilizando à sociedade os achados advindos desses estudos, exemplo da programação computacional, satélite de comunicação, painéis solares, comidas para bebês, alimentos desidratados, o GPS (*Global Positioning System*) etc.

Estudos realizados em planetas como Vênus e Marte, por exemplo, podem ser úteis para compreendermos a questão do aquecimento global terrestre, pois existem pesquisas indicando que as etapas de formação destes planetas foram similares aos da Terra, divergindo apenas em seu posterior desenvolvimento enquanto planetas.

A partir das análises do planeta Vênus, seria possível compreendermos mais a respeito do comportamento do aquecimento global terrestre. Levando-se em consideração as análises acerca do planeta Marte, entenderíamos como se dá o processo de resfriamento global. Por meio de tais análises, os fatores sobre o aquecimento e o resfriamento ao longo do desenvolvimento de nosso planeta seriam elucidados (LIMA e SANTOS, 2016).

Contribuindo com essa discussão, Paulino-Lima (2010a) em suas considerações a respeito dos estudos com seres em condições extremas defende que na tentativa de conhecer mais sobre a origem da vida em nosso planeta, tais estudos

trazem consigo conhecimentos e tecnologias que podem ser aplicados em vários setores que podem influenciar direta ou indiretamente a vida das pessoas.

Portanto, é preciso que a sociedade compreenda que cada pesquisa realizada pode trazer à sociedade benefícios diretos ou indiretos, a curto ou a longo prazos. Por exemplo, o que seria do nosso entendimento atual sobre a hereditariedade, os testes de paternidade, a manutenção das doenças e síndromes genéticas se não fossem os estudos que Mendel realizou ao cultivar ervilhas no século XIX, até então sem utilidade? Enfim, a construção do conhecimento científico requer tempo e investimentos financeiros, tecnológicos e de recursos humanos.

### **3 OS FUNDAMENTOS DA EXPOSIÇÃO DE CUNHO ITINERANTE EM TORNO DA ASTROBIOLOGIA**

O presente capítulo apresenta as temáticas que sustentaram o projeto de pesquisa executado nas aulas de Biologia sobre a origem da Terra, origem da vida e Ecologia. O projeto executado teve a participação dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio do Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand ao longo dos 2º e 3º ciclos (cerca de 04 meses) do ano letivo de 2019.

A leitura deste capítulo fará com que o leitor perceba que a curiosidade humana em conhecer o que está além do nosso planeta, bem como se estamos ou não sozinhos no universo vem nos permitindo adquirir um olhar mais sensível diante de todas as transformações geológicas, físico-químicas e biológicas por quais passou e passa o planeta Terra, a contar do período de sua formação até o momento em que se tornou um ambiente apropriado ao abrigo do que até então consideramos como seres dotados de vida.

Ter clareza dos processos que favoreceram a origem e a evolução da vida no planeta Terra, desde a formação do Sistema Solar, é crucial para que possamos aperfeiçoar nossas investigações pelo Cosmos à procura de vida extraterrestre. É nesse contexto que emerge a Astrobiologia, “o estudo das possibilidades para a vida extraterrestre” (TYSON e GOLDSMITH, 2015, p. 244), como um novo campo para estudos científicos em busca da compreensão acerca das condições ideais para a manutenção da vida. Entretanto, Dávila (2017) traz uma problemática, salientando que a nossa compreensão sobre os seres vivos está baseada em nosso conhecimento da vida presente no planeta Terra, o que ele denomina de terracentrismo.

Enfim, a Astrobiologia se apresenta como um corpo de conhecimento interdisciplinar, agregando conceitos de várias ciências em busca do entendimento das condições ambientais que contribuem para a existência e manutenção da vida como conhecemos no planeta Terra e, partindo desse entendimento, investigarmos planetas e/ou satélites naturais fora ou dentro do Sistema Solar, potencialmente favoráveis ao abrigo de sistemas biológicos.

### 3.1 A BNCC e a transversalidade da Astrobiologia

A BNCC é um documento normativo brasileiro, previsto na Constituição Federal de 1988 e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996, porém, ela teve a sua elaboração iniciada a partir do *1º Seminário Interinstitucional para elaboração da Base Nacional Curricular (BNC)*, ocorrendo entre os dias 17 e 19 de junho de 2015, mesmo período em que foi publicada a Portaria nº 591, que instituiu a formação de uma comissão de especialistas para a construção de uma proposta de Base Nacional Comum Curricular.

Após várias discussões, contribuições e dissensos a nível nacional por parte de gestores, professores e especialistas, a BNCC foi aprovada pelo Conselho Nacional de Educação e homologada pelo Ministério da Educação em dois momentos: 2017 (conteúdo da BNCC referente ao Ensino Fundamental) e 2018 (conteúdo da BNCC referente ao Ensino Médio).

Considerando que o presente estudo objetiva trazer contribuições ao Ensino Médio, optou-se pela não ampliação da discussão acerca do conteúdo que a BNCC estabelece para a etapa do Ensino Fundamental. Na etapa do Ensino Médio, bem como no Ensino Fundamental, a BNCC prevê direitos e objetivos de aprendizagem, que devem ser garantidos aos estudantes de todos os sistemas de educação (federal, distrital, estadual e municipal). Para que tais direitos e objetivos de aprendizagem sejam garantidos, todas as áreas do conhecimento, presentes no currículo escolar nacional, devem se organizar em competências e habilidades.

É mister salientar que a BNCC não é uma proposta curricular, mas sim, o elemento norteador para a construção de currículos que garantam, em cada sistema de ensino, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento comuns e essenciais a todos os estudantes brasileiros. O currículo escolar, neste caso, deve ser a junção da BNCC com os itinerários formativos (criado pela Lei 13.415/2017), que devem ser criados considerando a realidade local de cada sistema de ensino e das respectivas escolas.

A BNCC incentiva o ensino da Astronomia, bem como da Astrobiologia (mesmo que não expressamente). A defesa de que a Astrobiologia se encontra inserida na BNCC leva em consideração a seguinte declaração:

Ao reconhecerem que **os processos de transformação e evolução permeiam a natureza e ocorrem das moléculas às estrelas** em diferentes

escalas de tempo, os estudantes têm a oportunidade de elaborar reflexões **que situem a humanidade e o planeta Terra na história do Universo**, bem como inteirar-se da evolução histórica dos conceitos e das diferentes interpretações e controvérsias envolvidas nessa construção. (BRASIL, 2018, p. 556, grifos nossos).

Inclusive, a BNCC ao propor o aprofundamento das temáticas Vida, Evolução, Terra e Universo, discutidas no Ensino Fundamental por meio das unidades temáticas Vida, Terra e Cosmos, no Ensino Médio, corrobora com a introdução da Astrobiologia como promotora do ensino interdisciplinar entre Biologia, Física e Química, componentes curriculares presentes no Ensino Médio brasileiro, uma vez que não é possível compreendermos o fenômeno da vida dispondo apenas dos conhecimentos biológicos.

Com a BNCC, ao longo de todo o Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias deverá garantir aos estudantes, o desenvolvimento de três competências específicas. Cada competência envolve um conjunto de habilidades a serem trabalhadas disciplinar e interdisciplinarmente. Nesse contexto, incumbe à competência específica II o aprofundamento das temáticas Vida, Evolução, Terra e Universo por meio das unidades Vida, Terra e Cosmos, vislumbrando que os estudantes sejam capazes de:

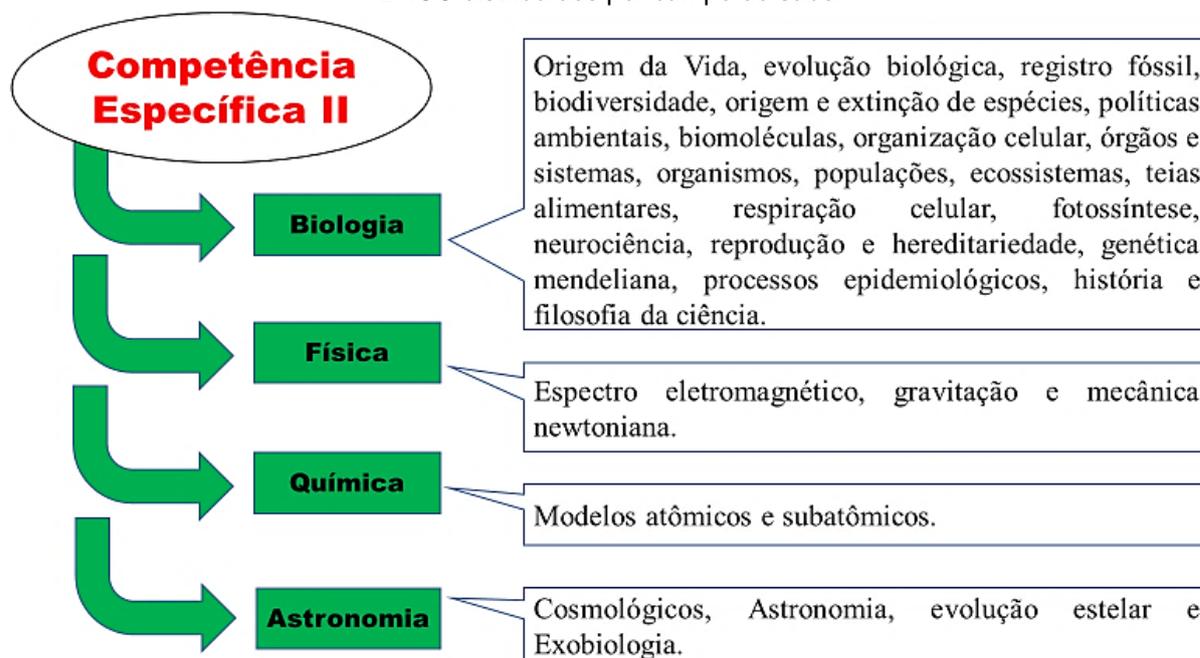
Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis. (BRASIL, 2018, p. 553).

Para garantir que os estudantes alcancem as habilidades elencadas nessa competência, faz-se necessário a mobilização e integração de determinados conhecimentos conceituais presentes em alguns campos da ciência (Fig. 02). Para fins didáticos, o esquema desenvolvido na Fig. 02 apresenta a distribuição dos conhecimentos conceituais por campo do saber, porém, a BNCC não estabelece tal distribuição.

Mediante a análise da competência específica II, verifica-se que tanto a BNCC quanto as atualizações de alguns documentos oficiais (LDB e DCN) defendem que o processo de ensino e aprendizagem deve ocorrer em comunhão entre as disciplinas, ou seja, de forma interdisciplinar. A partir da Fig. 02, constatamos o ineditismo da necessidade de que sejam garantidos aos estudantes do Ensino Básico a compreensão de alguns conceitos ligados estritamente à Astronomia, a exemplo da

Cosmologia, da evolução estelar e da Exobiologia – termo preterido pela NASA, sendo substituído pela palavra Astrobiologia.

**Figura 02** – Esquema com os conhecimentos conceituais da competência específica II da BNCC distribuídos por campo do saber.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na competência específica II, das nove habilidades (indicadas por códigos alfanuméricos na BNCC) a serem desenvolvidas pelos estudantes no decorrer do Ensino Médio, cinco dialogam com os estudos astrobiológicos (Quadro 03).

**Quadro 03** – Habilidades da competência específica II da BNCC que dialogam com a Astrobiologia.

CÓDIGO ALFANUMÉRICO	DESCRIÇÃO DAS HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS PELOS ESTUDANTES
*EM13CNT201	“analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações acerca do <b>surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo</b> com as teorias científicas aceitas atualmente.” (BRASIL, 2018, p. 557, grifo nosso).
EM13CNT202	“...diversas formas de <b>manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização</b> , bem como as <b>condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas</b> , com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais [...]” (BRASIL, 2018, p. 557, grifos nossos).
EM13CNT203	“Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos <b>mecanismos de manutenção da vida</b> , nos ciclos da matéria e nas <b>transformações e transferências de energia</b> , utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais [...]” (BRASIL, 2018, p. 557, grifos nossos).

<b>EM13CNT206</b>	Discutir a importância da <b>preservação e conservação da biodiversidade</b> , considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e <b>avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta</b> (BRASIL, 2018, p. 557, grifos nossos).
<b>EM13CNT209</b>	“[...] <b>evolução estelar</b> associando-a aos modelos de <b>origem e distribuição dos elementos químicos no Universo</b> , compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as <b>possibilidades de existência de vida</b> [...]” (BRASIL, 2018, p. 557, grifos nossos).
<p>*Interpretação do código alfanumérico <b>EM13CNT201</b>:</p> <p><b>EM</b>: Ensino Médio.</p> <p><b>13</b>: A habilidade pode estar presente em todas as séries do EM.</p> <p><b>CNT</b>: Ciências da Natureza e suas Tecnologias.</p> <p><b>2</b>: Indica o número da competência específica a qual está relacionada a habilidade.</p> <p><b>01</b>: Posição da habilidade na sequência de habilidades elencadas na competência específica II.</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme a interpretação dos códigos alfanuméricos apresentados para as habilidades (I, II, III, VI e IX), no Quadro 03, podemos concluir que os cinco códigos estão inseridos na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, relacionados à competência específica II, podendo estar presente em qualquer série do Ensino Médio. Mais uma vez, destaca-se a questão de que essa competência deve ser trabalhada pela área das Ciências Naturais, não fazendo menção a qualquer tipo de disciplina escolar.

Dessa forma, não cabe mais à escola do século XXI construir uma proposta pedagógica em que o trabalho docente não se desenvolva de maneira coletiva e cooperativa entre as disciplinas, pois “o conteúdo é importante e fundamental, mas ele precisa estar a serviço de algo mais abrangente. Essa mudança de foco se explicita por meio da organização das aprendizagens em competências e habilidades.” (BRASIL, 2020). Nessa perspectiva, os conteúdos das diversas disciplinas devem estar a serviço do desenvolvimento de habilidades nos estudantes que necessitarão ter consolidados as competências estabelecidas para cada área do conhecimento até a conclusão da etapa do Ensino Médio.

Na Fig. 03, Longuinhas, nosso estudante fictício, está ingressando no Ensino Médio (degrau inicial). Até concluir essa etapa de ensino, ele deverá alcançar a competência específica II (último degrau). Considerando uma proposta envolvendo a Astrobiologia (vide Quadro 03), no decorrer dos anos, Longuinhas precisará desenvolver várias habilidades ao longo de cada assunto trabalhado nas disciplinas (Biologia, Física e Química), preferencialmente de forma interdisciplinar. Ressalta-se

que as habilidades dispostas em cada degrau presente na Fig. 03 servem apenas de exemplificação, em virtude da flexibilidade do planejamento pedagógico escolar.

**Figura 03** – Percurso curricular baseado em competências e habilidades no contexto da Astrobiologia



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em suma, percebe-se que o percurso curricular baseado em habilidades e competências, fomenta o desenvolvimento de propostas interdisciplinares entre a Biologia, a Física e a Química, sendo possível a discussão e apreensão desses e de outros conceitos estabelecidos na competência específica II da BNCC, haja vista que a compreensão de vida que concebemos em nosso planeta leva em consideração o fato de que os seres vivos, em sua maioria, necessitam de uma fonte de energia e calor (como o Sol) para o pleno funcionamento das reações químicas (metabolismo) que ocorrem no interior dos organismos vivos, sejam eles fotossintetizantes ou não.

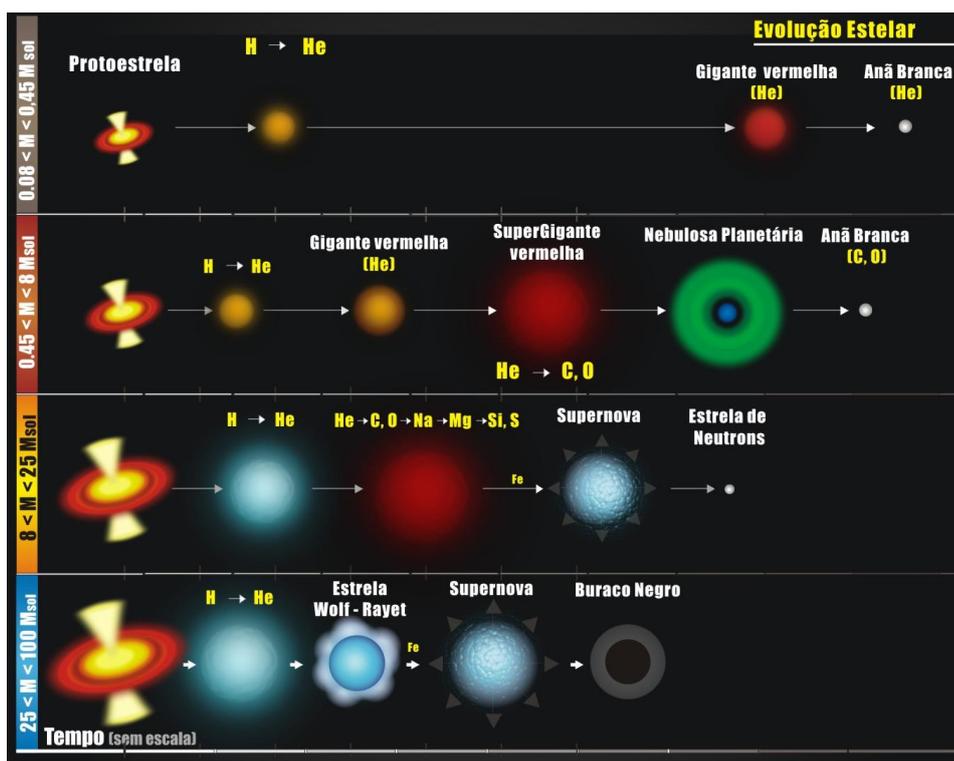
### 3.2 Formação dos elementos químicos por meio do nascimento e da morte de estrelas

Esta seção traz a discussão acerca do “nascimento” e da “morte” de estrelas, objetivando a compreensão do processo de evolução estelar em nosso universo e sobre como esse processo possibilita a formação dos elementos químicos presentes no Cosmos, excetuando os átomos de Hidrogênio, existentes desde o *Big Bang*.

Acredita-se que desde o surgimento do universo, as estrelas “nasçam” por meio da agregação de poeira e de átomos de Hidrogênio, presentes em uma nebulosa interestelar. Essa agregação é devida à força da gravidade. A gravidade promove a compressão da matéria (exemplo da poeira e do gás Hidrogênio), aquecendo-a a níveis elevados de temperatura (HOW... 2010).

A partir da análise da Fig. 04, é possível perceber que as estrelas “nascem” mediante à formação de uma protoestrela. As protoestrelas precedem ao surgimento das estrelas, que evoluirão de maneira singular, pois, dependendo da quantidade de massa (massividade) que uma estrela possui, ela pode evoluir, dando origem a uma anã branca, uma estrela de nêutrons ou um buraco negro. A quantidade de massa de uma estrela é avaliada em comparação à massa do Sol, definida em 1Msol.

**Figura 04** – Representação da evolução estelar (sem escala para massas diferentes).

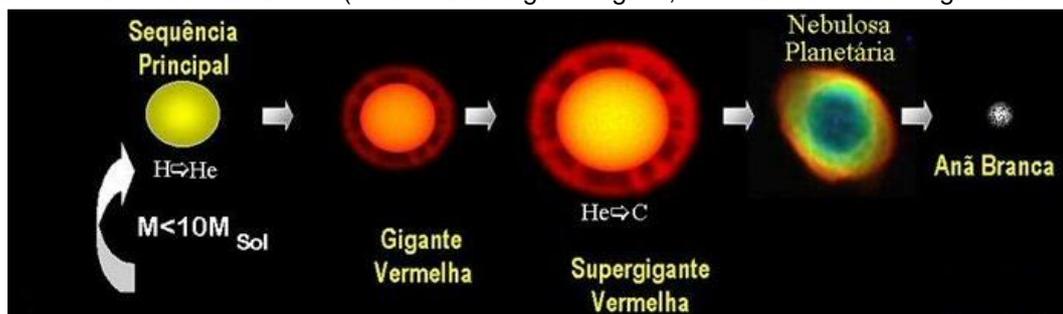


Fonte: <<http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/node14.htm>>

Conforme a Fig. 04, após o esgotamento dos átomos de Hidrogênio para a fusão termonuclear, estrelas cuja massa entre 0,08 a 0,45 vezes a 1Msol, evoluem para o estágio de gigante vermelha até anã branca. Estrelas nas quais a sua massa está entre 0,45 a 8 vezes a 1Msol, perpassam pelos estágios de gigante vermelha, supergigante vermelha, nebulosa planetária, encerrando a sua evolução como uma

anã branca. Esse é o caso da nossa estrela, o Sol (Fig. 05). As duas categorias de estrelas apresentadas correspondem a estrelas pouco massivas.

Figura 05 – Ciclo de vida do Sol (recorte da imagem original, encontrada no sítio digital da UFRGS)



Fonte: <<http://www.if.ufrgs.br/~fatima/ead/estrelas.htm>>

Estrelas massivas que possuem massa entre 8 a 25 vezes maior que o Sol, evoluirá o para estágios de supergigante vermelha, supernova até originar uma estrela de nêutrons. Há também, estrelas tão massivas que podem gerar um buraco negro. Essas estrelas podem apresentar uma massa entre 25 a 100 vezes a 1Msol.

Figura 06 – Origem dos elementos químicos presentes na Tabela Periódica.

## Tabela periódica

*Nucleossíntese de elementos químicos*

1 H hidrogênio	2 He hélio											18					
3 Li lítio	4 Be berílio	5 B boro	6 C carbono	7 N nitrogênio	8 O oxigênio	9 F flúor	10 Ne neônio							17	18 Ar argônio		
11 Na sódio	12 Mg magnésio											13 Al alumínio	14 Si silício	15 P fósforo	16 S enxofre	17 Cl cloro	18 Ar argônio
19 K potássio	20 Ca cálcio	21 Sc escândio	22 Ti titânio	23 V vanádio	24 Cr cromio	25 Mn manganês	26 Fe ferro	27 Co cobalto	28 Ni níquel	29 Cu cobre	30 Zn zinco	31 Ga gálio	32 Ge germânio	33 As arsênio	34 Se selênio	35 Br bromo	36 Kr criptônio
37 Rb rubídio	38 Sr estrôncio	39 Y ítrio	40 Zr zircônio	41 Nb nióbio	42 Mo molibdênio	43 Tc tecnécio	44 Ru rutênio	45 Rh ródio	46 Pd paládio	47 Ag prata	48 Cd cádmio	49 In índio	50 Sn estanho	51 Sb antimônio	52 Te telúrio	53 I iodo	54 Xe xenônio
55 Cs césio	56 Ba bário	57 a 71	72 Hf hafnio	73 Ta tântalo	74 W tungstênio	75 Re rênio	76 Os ósio	77 Ir irídio	78 Pt platina	79 Au ouro	80 Hg mercúrio	81 Tl talé	82 Pb chumbo	83 Bi bismuto	84 Po polônio	85 At astato	86 Rn radônio
87 Fr frâncio	88 Ra rádio	89 a 103	104 Rf rutherfordório	105 Db dúbnio	106 Sg seabórgio	107 Bh bóhrio	108 Hs hássio	109 Mt meitnério	110 Ds darmstádio	111 Rg roentgênio	112 Cn copernício	113 Nh nihônio	114 Fl fleróvio	115 Mc moscóvio	116 Lv livermório	117 Ts tenessino	118 Og oganesônio
		57 La lantânio	58 Ce cério	59 Pr prasodímio	60 Nd neodímio	61 Pm promécio	62 Sm samário	63 Eu eúrópio	64 Gd gadolínio	65 Tb térbio	66 Dy disprósio	67 Ho hólmio	68 Er erbio	69 Tm tulio	70 Yb itérbio	71 Lu lutécio	
		89 Ac actínio	90 Th tório	91 Pa protactínio	92 U urânio	93 Np netúnio	94 Pu plutônio	95 Am amerício	96 Cm cúrio	97 Bk berquélio	98 Cf califórnio	99 Es einstênio	100 Fm fêrmio	101 Md mendelévio	102 No nobélio	103 Lr lawrêncio	

www.tabelaperiodica.org

Licença de uso Creative Commons BY-NC-SA 4.0 - Use somente para fins educacionais  
Caso encontre algum erro favor avisar pelo mail [luisbrudna@gmail.com](mailto:luisbrudna@gmail.com)

Versão baseada em [ Por Cmglee (Trabalho próprio pelo carregador) - [https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ANucleosynthesis\\_periodic\\_table.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ANucleosynthesis_periodic_table.svg) (CC BY-SA 3.0) , Versão de 07 de dezembro 2016

Fonte: <<https://www.tabelaperiodica.org/tag/astronomia/>>

À medida que estrelas massivas e não massivas evoluem, os diversos elementos químicos que conhecemos vão se formando após a fusão termonuclear do Hidrogênio, combustível que mantém as estrelas produzindo calor e energia. É a partir do núcleo estelar que ocorre a fusão termonuclear do hidrogênio, dando origem a elementos cada vez mais densos em um processo denominado de nucleossíntese. Como é possível observar na Fig. 06, nesse processo de nucleossíntese, quanto mais massiva a estrela for, mais denso serão os elementos químicos por ela produzidos.

A tabela periódica da Fig. 06 indica a possível origem de formação de cada elemento químico. Por exemplo, elementos como Hidrogênio e Hélio têm suas origens no *Big Bang*, como informa a legenda. A partir da análise da Fig. 06, observamos que o Hélio se originou exclusivamente do *Big Bang*, porém, essa informação está equivocada, haja vista que a fusão termonuclear no interior das estrelas origina átomos de Hélio.

Além do *Big Bang*, raios cósmicos, supernovas estrelas pequenas e grandes, bem como o ser humano são agentes promotores da formação de elementos químicos. Os elementos químicos podem ser formados por um ou mais agentes promotores, exemplo do Al (Alumínio), que pode ter sua gênese de supernovas ou de estrelas massivas, diferentemente do Mg (Magnésio), que provém de estrelas massivas.

### **3.2.1 A vida como resultado da evolução química no planeta Terra**

A busca pela compreensão dos elementos químicos para além da Terra é de suma importância para a Astrobiologia, visto que um dos grandes eventos associados a essa ciência, destacados por Lima e Santos (2016, p. 292), baseia-se “na existência de moléculas semelhantes às que formam os organismos vivos conhecidos terem sido encontradas nas composições de asteroides e, principalmente, em luas de outros planetas de nosso sistema solar.”.

Muitas hipóteses e teorias científicas foram criadas na tentativa de explicar racionalmente sobre nossas origens na Terra, além de buscarem por pistas que pudessem evidenciar por quais processos evolutivos os primeiros seres vivos a habitar o planeta passaram até alcançar os dias atuais.

Algumas dessas hipóteses e teorias contrastam entre si, o que é comum ao longo da construção do saber científico. Sabendo que “o conhecimento científico não convive pacificamente com as contradições” (CARVALHO, 2013, p. 80) é previsível que “toda vez que surgem explicações diferentes para o mesmo fenômeno, podemos dizer que estamos diante de hipóteses rivais.” (CARVALHO, 2013, p. 80).

Ao discutirem a possibilidade de a vida ter vindo de fora da Terra, Sadava *et al.* (2009, p. 61) relatam que “recentemente tem-se tornado aparente que diversos meteoritos de Marte aterrissaram na Terra e que alguns desses meteoritos apresentam algumas moléculas possivelmente características da vida.”. Sabe-se que tais meteoritos vieram de Marte, porque quando se analisa a composição mineralógica, determina-se a data do meteorito e, quando possível, realizam-se análises e comparações da composição dos gases contidos no interior do meteorito com os gases presentes na atmosfera terrestre (SADAVA *et al.*, 2009).

Apesar de haver evidência de que o interior de alguns meteoritos não possuíam temperaturas tão elevadas após atravessarem a atmosfera terrestre, a teoria que considera que a vida tem suas origens no planeta Terra expõe que a maioria dos cientistas julga ser inviável a um organismo sobreviver aos milhares de anos de viagem pelo espaço e à exposição ao calor intenso aos quais são submetidos quando atravessam à atmosfera terrestre (SADAVA *et al.*, 2009).

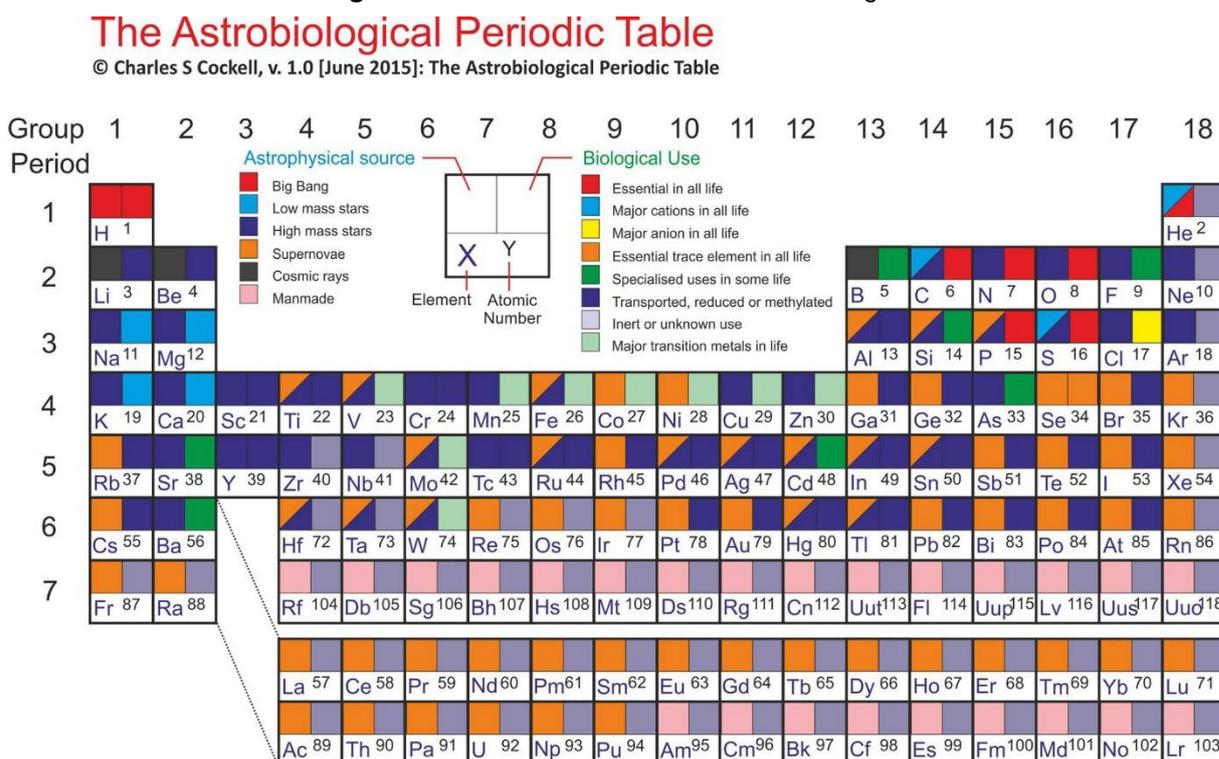
Argumenta-se que a origem da vida na Terra é proveniente de uma evolução química. De acordo com os cientistas, os seres vivos têm suas origens no planeta Terra, mas especificamente no ambiente aquático em vista que “os seres vivos contêm alta percentagem de água em sua constituição, indicando a importância do meio líquido para as células.” (DAMINELI, 2010, p. 643).

A água, por exemplo, é encontrada nas mais diversas partes do universo, sendo produto da ligação entre o elemento químico mais abundante do universo, o Hidrogênio, com o átomo de Oxigênio, considerado o terceiro átomo mais abundante. Esses dois elementos, assim como o Nitrogênio e o Carbono são classificados como átomos biogênicos, presentes em todos os seres vivos (Fig. 07), formados há mais de 12 bilhões de anos, a partir da morte de estrelas maiores que o Sol. Átomos biogênicos compõem 99% dos sistemas biológicos (DAMINELI, 2010).

Hodiernamente, sabemos que “todos os quatro elementos [Hidrogênio, Oxigênio, Carbono e Nitrogênio] que formam a maior parte da vida sobre a Terra

aparecem na lista curta dos seis elementos mais abundantes do universo” (TYSON e GOLDSMITH, 2015, p. 246). Hidrogênio (H), Oxigênio (O), Carbono (C) e Nitrogênio (N), bem como o Fósforo (P) e o Enxofre (S) estão classificados na Tabela Periódica de Astrobiologia (Fig. 07) como elementos essenciais a todos os seres vivos.

Figura 07 – A Tabela Periódica de Astrobiologia.



Fonte: Cockell, 2015.

Essa constatação incentiva mais estudos sobre a possibilidade de vida noutros corpos errantes, tendo em vista a presença copiosa dos mesmos elementos químicos (em abundância nos seres vivos) tanto em nosso planeta quanto nos demais locais do cosmos. Desses elementos, são produzidos “quatro tipos de moléculas [...] características dos organismos vivos: proteínas, carboidratos, lipídeos e ácidos nucléicos.” (SADAVA *et al.*, 2009, p. 39). Tais moléculas são compostos orgânicos que viabilizam a formação e manutenção da estrutura celular, além de ser fonte de energia, a exemplo das proteínas, carboidratos e lipídeos. Ainda, são capazes de armazenar informações genéticas, como é o caso dos ácidos nucléicos.

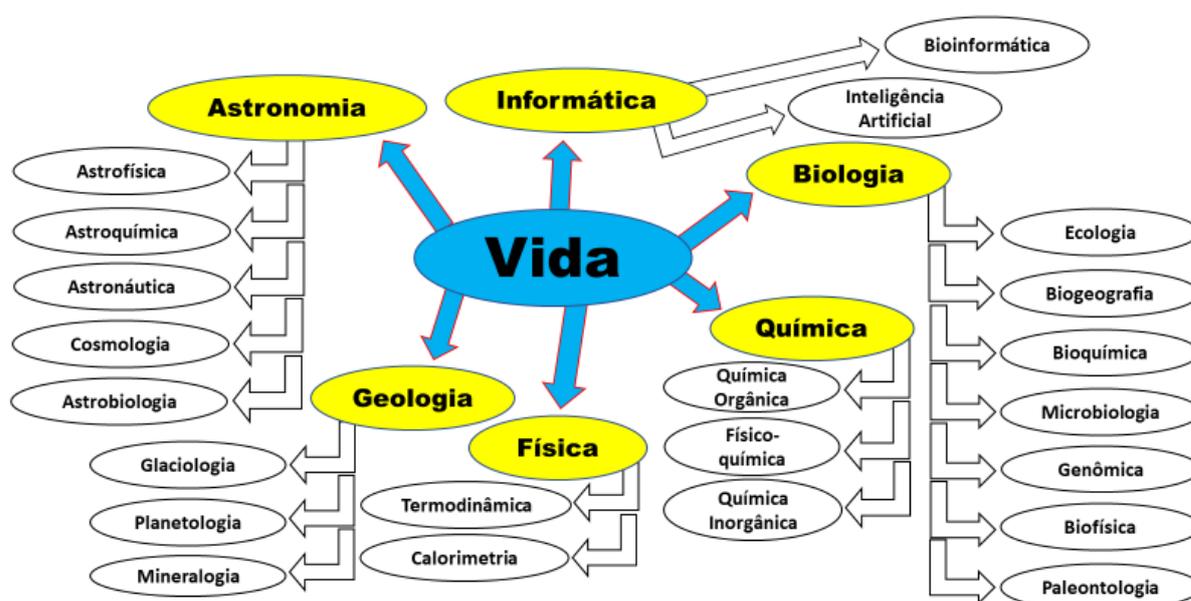
### 3.3 Origem e evolução da vida na Terra: uma investigação interdisciplinar

O conceito de vida pode ser alvo de estudos da Astronomia, da Geologia, da Física, da Química, da Informática, da Biologia etc., que por meio das suas subáreas contribuem para a nossa compreensão sobre o que definimos ou não como seres vivos. Com isso, concluímos que o termo vida não é objeto de estudo exclusivo das Ciências Biológicas, como muitos julgam. Vida é um conceito interdisciplinar, tanto é que:

a natureza parece estar estruturada como uma linguagem. Esta apresenta letras (os quarks) com os quais as palavras são construídas (os núcleons), com frases (os núcleos), que são estruturados em parágrafos (átomos), que se unem para formar capítulos (as moléculas simples), que geram os livros (as biomoléculas), que juntos constituem os volumes (as células), dando lugar às enciclopédias (organismos pluricelulares). (MÉNDEZ, 1995 apud GARZÓN, 2011, p. 276, tradução nossa).

A complexidade pela definição sobre o que deve ou não ser considerado como ser vivo, incita a busca pelo significado da vida que, atualmente, perpassa por diversas áreas científicas (Fig. 08). Tyson e Goldsmith (2015, p. 246) na tentativa de delimitar o significado sobre o que é vida, expõem que para algo ser considerado um ente vivo, é preciso que ele apresente a capacidade de evoluir para novas formas de seres vivos ao longo dos tempos.

Figura 08 – A transversalidade do conceito de vida.

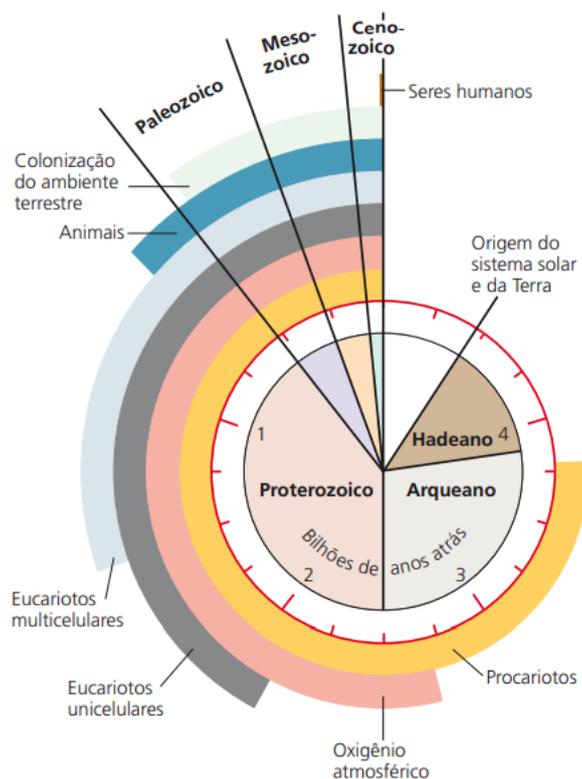


Fonte: Elaborado pelo autor.

Sob a ótica científica, compreender como se originaram os primeiros seres vivos no planeta Terra e por quais mecanismos esses seres vivos conseguiram evoluir até compor a nossa biodiversidade atual são temáticas que inquietam a humanidade desde os tempos mais remotos.

É nesse contexto que o conhecimento geológico converge com os conhecimentos bioquímicos, arqueológicos e paleológicos, pois entender as possíveis origens dos seres vivos na Terra requer uma compreensão interdisciplinar acerca dos eventos cruciais que marcam a história do nosso planeta, tais como: a origem dos primeiros procariotos, o início da produção do gás oxigênio na atmosfera, o aparecimento dos seres eucariotos uni e multicelulares, a presença dos primeiros animais, o começo da colonização do ambiente terrestre, bem como a aparição dos seres humanos na superfície terrestre (Fig. 09).

**Figura 09** – Analogia de um relógio com alguns eventos cruciais na história da Terra.



Fonte: Reece, 2015, p. 526.

Corroborando com este pensamento, Zabotti (2018) em sua dissertação, cujo estudo se voltou ao ensino dos temas origem da vida e evolução biológica, afirma que “o ser humano, ao longo de sua história, sempre buscou respostas para suas dúvidas

existenciais, questionando-se sobre a origem do universo, da vida e a de si próprio.” (ZABOTTI, 2018, p. 46).

Em busca de maiores esclarecimentos a respeito do passado da Terra e dos seres vivos, especificamente no período considerado inóspito às formas de vida que conhecemos na atualidade, alguns especialistas vêm defendendo que as arqueobactérias possam ter suas origens na chamada Terra primitiva, em virtude delas conseguirem sobreviver em ambientes cujas condições de vida são extremas, podendo ser encontradas em locais de altas ou baixas temperaturas, bem como com alto grau de acidez, aridez, alcalinidade ou em meio salobro (SPARROW, 2018).

Zobotti traz em sua dissertação que, diante de tantas indagações, as buscas científicas por “[...] respostas frente à imensa variedade das espécies, em que podemos observar desde um musgo até uma orquídea, os animais e toda a sua complexidade [...]” (ZABOTTI, 2018, p. 47) se tornou algo de extrema importância. Diante disso, “[...] tanto o conhecimento biológico quanto o conhecimento acerca da Origem e Evolução da Vida devem integrar a cultura da população em uma sociedade cada vez mais científica e tecnológica como a nossa.” (ZABOTTI, 2018, p. 29).

Em síntese, as investigações desenvolvidas na perspectiva da origem e evolução da vida no planeta Terra precisam levar em consideração a necessidade do envolvimento de especialistas de diversas áreas em prol da construção de um conhecimento holístico.

### **3.4 Planetas e satélites naturais em zona de habitabilidade, dentro e fora do Sistema Solar**

Antes de debruçarmos acerca do entendimento dos planetas e dos satélites naturais em zona de habitabilidade, precisamos delimitar o que é uma zona habitável. Tem-se por zona habitável a “[...] região que possui condições de abrigar vida. [...] sendo um local em que (pelo menos) um ser vivo pode realizar suas atividades metabólicas.” (FARIAS e BARBOSA, 2017, p. 2). Segundo Gomes (2018), a zona de habitabilidade considera “o nível de radiação da estrela do sistema planetário. [...] em estrelas mais quentes, a zona habitável estará posicionada mais distante da estrela,

em estrelas menos quentes, a zona habitável estará posicionada mais próxima da estrela.” (GOMES, 2018, p. 38).

Ademais, a zona de habitabilidade “[...] é uma região ao redor de uma estrela com temperaturas favoráveis a presença de água líquida, visto que a água é o solvente necessário para a maioria das reações bioquímicas [...]” (FARIAS e BARBOSA, 2017, p. 2). Sheila Freitas Gomes, bióloga e mestra em Ensino de Ciências, faz um alerta sobre a existência de outros critérios para que um planeta seja ou não considerado habitável, como: possuir a capacidade de retenção, em sua superfície, de parte da energia irradiada pela estrela ao qual orbita (GOMES, 2018). Essa capacidade de retenção é conhecida como efeito estufa, fenômeno que ocorre em alguns planetas do Sistema Solar, exemplo da Terra. Como é de conhecimento geral, o efeito estufa terrestre é um fenômeno natural que mantém o planeta aquecido a níveis que propiciam a existência e perpetuação da vida.

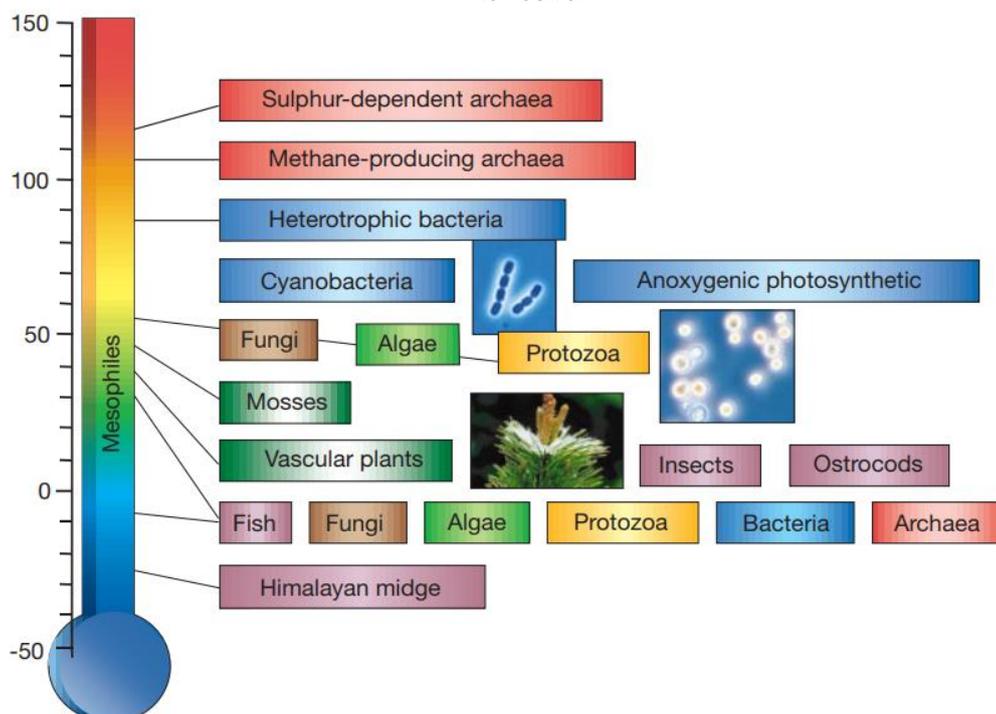
Os critérios de habitabilidade levam em consideração os aspectos físico-químicos e biológicos que favorecem a manutenção da vida no planeta Terra, tal como a presença de água em estado líquido, que viabiliza a ocorrência de uma série de reações bioquímicas nos sistemas biológicos, além de que “[...] a vida como conhecemos está diretamente relacionada com a presença de água em estado líquido [...]” (LIMA e SANTOS, 2016, p. 292). E, ainda, a busca por planetas habitáveis “[...] é norteadada por critério de semelhança com a Terra, como: ser rochoso, composição da atmosfera...” (GOMES, 2018, p. 37).

À vista disso, considera-se que “existem razões convincentes para que esses três requisitos básicos [água, energia e nutrientes] sejam, se não universais, muito comuns para a vida no Universo.” (DÁVILA, 2017, p. 120, tradução nossa). Especialistas brasileiros ao avaliarem o potencial de vida em Europa (uma das luas de Júpiter), baseando-se nas similaridades existentes entre os parâmetros ambientais de uma mina de ouro em *Mponeng*, na África do Sul, consideram que Europa possui um grande potencial para o abrigo da vida, devido a presença do gás carbônico, água oxigenada e enxofre, água e oxigênio, elementos que auxiliam o desenvolvimento dos sistemas biológicos terrestres (FERREIRA *et al.*, 2018).

Farias e Barbosa (2017) ao mencionarem sobre a Zona Habitável Circunestelar, deixam claro que a temperatura é um elemento a ser considerado quando se pretende classificar um planeta como sendo habitável ou não, em virtude das temperaturas

elevadas tenderem a não conservar a água em estado líquido, bem como temperaturas muito baixas.

**Figura 10** – Temperatura ideal para a manutenção da vida de cada grupo de ser vivo terrestre.



Fonte: Rothschild e Mancinelli, 2001, p. 1094.

Na Fig. 10, cada grupo taxonômico de ser vivo pode habitar ecossistemas que apresentam temperaturas distintas. As arqueobactérias estão sendo representadas pela cor vermelha, as bactérias pelo azul, as algas pelo verde, os fungos pelo marrom, os protozoários pelo amarelo, as plantas pelo verde escuro e os animais pela cor roxa.

Em cada faixa de temperatura, verificamos a existência de organismos vivos em ambientes cuja temperatura pode variar desde -30 °C (graus *Celsius* negativos) até os 120 °C. Ainda é possível constatar que ambientes onde as condições de temperatura são extremas (ou muito frio ou muito quente), a biodiversidade tende a estar reduzida, sendo representada por microrganismos.

Os microrganismos que vivem em ambientes cujas temperaturas são extremas acabam sendo classificados como seres extremófilos. Esses seres são importantes no campo da Astrobiologia, pois “o estudo do metabolismo, mecanismos de adaptação e da diversidade de comunidades microbianas de habitats extremos nos permite compreender os limites da vida na terra e vislumbrar os limites fora dela.” (PEREIRA,

2015, p. 26). Além disso, “a pesquisa com extremófilos permite também a compreensão dos limites da vida dentro de nosso planeta.” (PEREIRA, 2015, p. 30).

Com isso, observa-se que as condições ambientais do planeta Terra são utilizadas como parâmetro para a determinação e exploração de planetas e/ou satélites naturais em situação de habitabilidade, tanto é que a descoberta da existência de organismos colonizando ambientes cada vez mais inóspitos, fez com que fossem ampliadas certas zonas de habitabilidade dos ambientes extraterrestres (PAULINO-LIMA e LAGE, 2010).

Em síntese, só “[...] seremos capazes de encontrar vida em outros planetas, seja do Sistema Solar ou fora dele, se formos capazes de integrar nossos conhecimentos, de maneira a decifrar os sinais sutis e complexos da vida.” (RODRIGUES; GALANTE; AVELLAR, 2016, p. 31). Diante disso, torna-se crucial os estudos a respeito da estrela que determinado planeta ou satélite orbita, dado que os limites de zona de habitabilidade se modificam a depender do tipo de estrela, que possui temperatura e características espectrais específicas.

### **3.4.1 Extremófilos: a vida em ambientes extremos**

Como já pudemos verificar, os extremófilos são um grupo de organismos com adaptações que os permitem habitar ambientes em que as condições físicas e geoquímicas não são favoráveis à maioria dos seres vivos, ocupando os mais variados ecossistemas do planeta Terra, ou seja, “organismos que habitam ecossistemas extremos são denominados extremófilos.” (SANTIAGO, 2015, p. 26).

A inexistência de sistemas biológicos com características metabólicas (osmorregulação, homeostasia, reações metabólicas etc.) comumente identificadas em animais, plantas, fungos, eubactérias e protoctistas dos ecossistemas tradicionais faz dos ambientes extremos um local propício à investigação dos astrobiólogos em busca de respostas sobre as condições ambientais favoráveis à manutenção da vida, ampliando assim, o conhecimento científico e tecnológico em diversos campos.

Os ecossistemas extremófilos podem apresentar: temperaturas acima ou abaixo dos padrões estabelecidos para o pleno funcionamento dos processos bioquímicos de um organismo, seja ele uni ou pluricelular; radiação é intensa;

ambientes com elevada pressão hidrostática; ambientes de alta ou baixa gravidade; locais desprovidos de matéria (o vácuo); concentração elevada de sais; pH que variam desde o mais alcalino até o mais ácido; ausência de gás oxigênio etc.

Dependendo do local que um certo organismo extremófilo seja identificado, ele será inserido em alguma categoria de classificação, como é possível verificar na tabela 01.

**Tabela 01** – Classificação e exemplos de extremófilos.

Parâmetro ambiental	Classificação	Definição	Exemplos
Temperatura	Hipertermófilo	Crescimento >80 °C	<i>Pyrolobus fumarii</i> , 113 °C
	Termófilo	Crescimento 60–80 °C	<i>Synechococcus lividis</i>
	Mesófilo	15-60 °C	<i>Homo sapiens</i>
	Psicrófilo	< 15 °C	<i>Psychrobacter</i> , alguns insetos
Radiação			<i>Deinococcus radiodurans</i>
Pressão	Barófilo	Weight-loving (tradução não definida)	Desconhecido
	Piezófilo	Pressure-loving (tradução não definida)	Por micróbios, 130 Mpa
Gravidade	Hipergravidade	> 1g	Nenhum conhecido
	Hipogravidade	<1g	Nenhum conhecido
Vácuo		Tolera o vácuo (espaço desprovido de matéria)	Tardígrados, insetos, micróbios, sementes
Dessecação	Xerófilos	Anidrobiótico	<i>Artemia salina</i> ; micróbios, nematódeos, líquens, fungos.
Salinidade	Halófilo	Afinidade com sal (2–5 M NaCl)	Halobacteriaceae, <i>Dunaliella salina</i>
Ph	Alcalinófilo	pH > 9	Natronobacterium, <i>Bacillus firmus</i> OF4, <i>Spirulina spp.</i> (todos com pH 10.5)
	Acidófilo	Afinidade com pH baixo	<i>Cyanidium caldarium</i> , <i>Ferroplasma sp.</i> (ambos com pH 0)
Gás oxigênio	Anaeróbico	Não consegue tolerar o O <sub>2</sub>	<i>Methanococcus jannaschii</i>
	Microaerófilo	Tolera pouco O <sub>2</sub>	Clostridium
	Aeróbico	Requer O <sub>2</sub>	<i>Homo sapiens</i>
Extremos químicos	Gases	Pode tolerar altas concentrações de metal	<i>C. caldarium</i> (puro CO <sub>2</sub> )
	Metais	(metalotolerantes)	<i>Ferroplasma acidarmanus</i> (Cu, As, Cd, Zn); <i>Ralstonia sp.</i> CH34 (Zn, Co, Cd, Hg, Pb)

Fonte: Rothschild e Mancinelli (2001, p. 1096, tradução nossa).

Ratificando, a categorização dos seres extremófilos faz uso de alguns parâmetros ambientais, tais como: “temperaturas (termófilos e psicrófilos), pH (acidófilos e alcalinófilos), teor de sal (halófilos), altas pressões (piezófilos), radiação

(radiotolerantes) e outros.” (PEREIRA, 2015, p. 29). Ecossistemas extremófilos possuem condições ambientais tão inóspitas que nos faz refletir sobre os limites físico-químicos que possibilitam a manutenção da vida que conhecemos e classificamos em nosso planeta, favorecendo assim, as missões espaciais que visam encontrar evidências de seres vivos extraterrestres (PAULINO-LIMA, 2010b).

Em relação à Terra, observa-se que nosso planeta possui regiões cujas condições são desfavoráveis à vida como a conhecemos, sendo consideradas como ecossistemas extremos, podendo destacar as regiões polares e/ou com elevada altitude, bem como em desertos e em certos locais dos oceanos (SANTIAGO, 2015). O fato desses ecossistemas serem considerados ambientes extremófilos não inviabiliza a presença de organismos vivos.

Lima e Santos (2016) ao investigarem sobre como as pesquisas acerca dos extremófilos e da possibilidade de existência de seres extraterrestres em outros planetas e/ou satélites podem nos apoiar no entendimento da vida na Terra, concluíram que o estudo em torno dos extremófilos contribui para o esclarecimento dos ambientes com características extremas, na qual a maioria dos organismos conhecidos não sobreviveria, o que leva a questionamentos a respeito da habitabilidade de outros astros e de outros sistemas solares com características diferentes do nosso.

Atualmente, “o processo de como a vida se originou e se diversificou constitui como tema central das Ciências Biológicas, pois, como já ponderado, diversos autores o consideram como o eixo integrador e unificador dos conteúdos biológicos.” (ZABOTTI, 2018, p. 28). As arqueobactérias em condições extremófilas, por exemplo, podem ser elementares para a nossa compreensão dos mecanismos que possibilitaram tanto a origem quanto a evolução da vida em nosso planeta.

### **3.5 Biosfera da Terra primitiva e atual**

A biosfera compreende o conjunto de todos os ecossistemas, incluindo a litosfera (solo e rochas), a hidrosfera (mares, lagos, rios, geleiras etc.) e a atmosfera (camada de gases que envolve o planeta). Um ecossistema é formado pela integração

dos fatores bióticos (os seres vivos) com os fatores abióticos (não vivos), exemplo do ar, da luz, da água, das rochas e do solo.

A presença de apenas um dos fatores em um determinado ambiente não o caracteriza como ecossistema. A título de exemplo, temos a Lua, ambiente caracterizado por possuir os fatores abióticos, logo, do ponto de vista biológico, ela não é considerada um ecossistema, em virtude da suposta ausência de vida sobre a superfície lunar.

Nesse contexto, defende-se que “a biosfera é a ‘esfera viva’ do Planeta Terra. A vida é a característica mais notável do nosso planeta, que o torna único no sistema solar.” (REICHENBACHER *et al.*, 200?). A vida, desde o seu surgimento, influencia e é influenciada pelas condições ambientais (temperatura, pressão, radiação solar, composição atmosférica oxidante e água em estado líquido) do planeta Terra.

Nos tempos atuais, encontramos uma biosfera com condições ambientais que possibilitam a presença dos mais diversos seres vivos em praticamente todos os ecossistemas de nosso planeta. No entanto, essa situação é recente. Nos primórdios da Terra primitiva, a vida se fazia inexistente. As condições ambientais não favoreciam a existência de seres vivos tal qual a conhecemos: a temperatura era muito elevada, chuvas de meteoritos constantes, ausência de uma camada de ozônio, ausência do gás oxigênio na atmosfera etc. (Fig. 11).

**Figura 11** – Aparência da Terra há 3,8 a 4 bilhões de anos, durante uma teórica chuva de rochas espaciais.

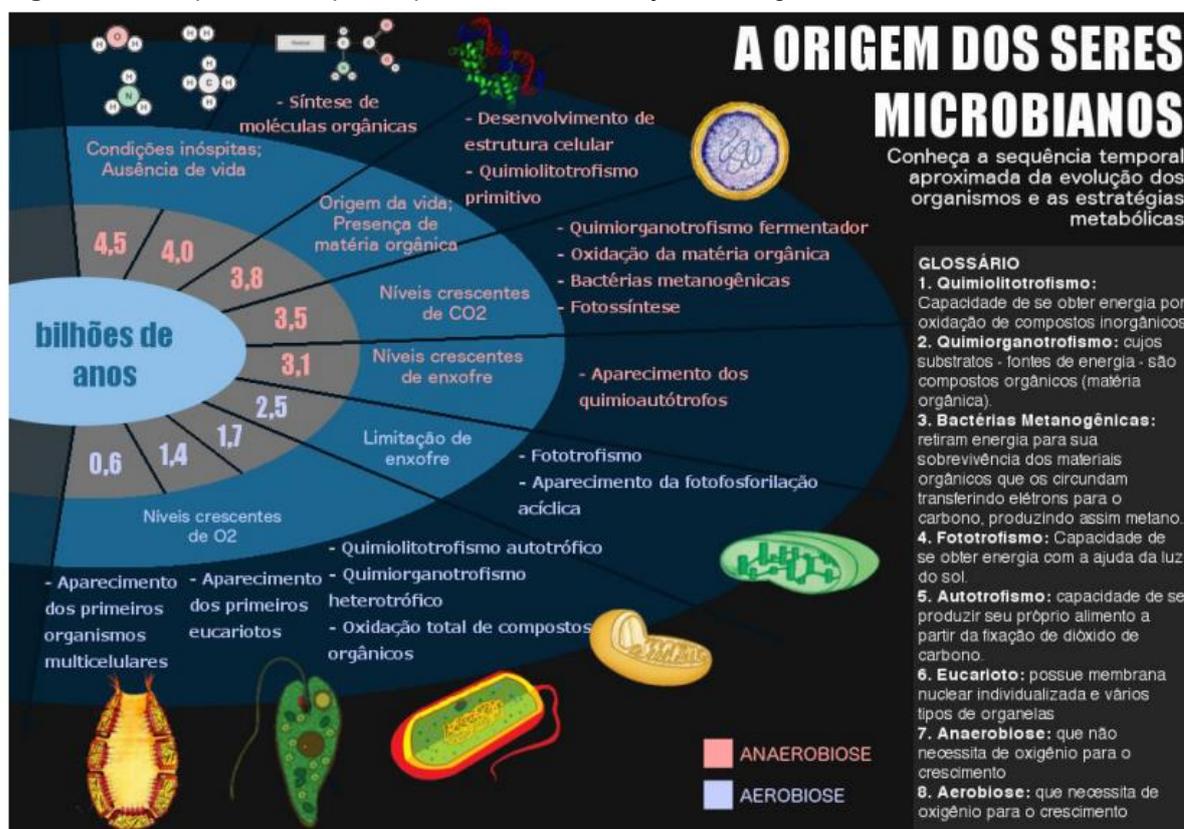


Fonte: *National Geographic* Brasil (2019) – ilustração de Dana Berry.  
<<https://www.nationalgeographicbrasil.com/espaco/2019/02/terra-primitiva-sofreu-com-pico-de-impactos-de-meteoros>>

A composição química da atmosfera presente da Terra primitiva compunha-se de gases como: metano, carbônico, monóxido de carbono, água, hélio, hidrogênio, nitrogênio, amônia, sulfetos e cianetos, sendo nula a presença do gás oxigênio (GALEMBECK e COSTA, 2016; FERREIRA, ALVES e SIMÕES, 2008).

A atmosfera presente na Terra primitiva é considerada por alguns cientistas como eminentemente redutora. A composição química dessa atmosfera começa a se modificar a partir do momento que as primeiras formas de vida começaram a se desenvolver no ambiente aquático (Fig. 12).

Figura 12 – Sequência temporal aproximada da evolução dos organismos e da atmosfera terrestre.



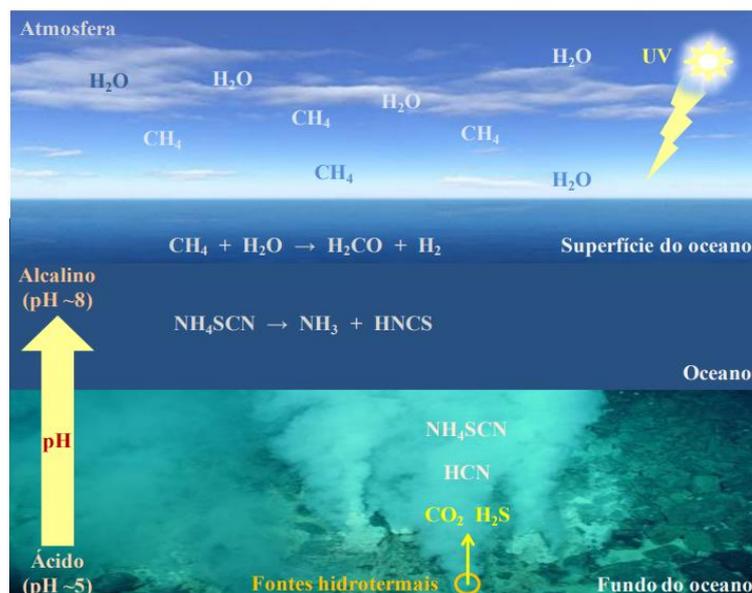
Fonte: Galembeck e Costa, 2016.

A partir da análise da Fig. 12, observa-se que “desde o surgimento da vida, os seres vivos modificaram constantemente a superfície e a atmosfera terrestres” (GALEMBECK e COSTA, 2016, p. 319). Acredita-se que as primeiras formas de vida tiveram sua origem na hidrosfera, particularmente nos oceanos, locais onde alguns cientistas afirmam terem sido originados “a partir de vapor de água resultante de processos vulcânicos. Mais recentemente tem sido admitida uma origem exógena para a água.” (FERREIRA, ALVES e SIMÕES, 2008, p. 101).

### 3.5.1 Terra primitiva: da hipótese de Oparin e Haldane aos experimentos de Miller e Urey

O russo Aleksandr Ivanovich Oparin e o britânico John Burdon Sanderson Haldane propuseram, em meados do séc. XX, trabalhos distintos em defesa da hipótese heterotrófica para explicar a origem dos primeiros seres vivos por intermédio da evolução química, hipótese “mais consolidada no meio científico” (CARVALHO, 2016, p. 17). Para eles, os aminoácidos, monômeros essenciais à vida de qualquer ser vivo, “teriam sido produzidos a partir de moléculas carbonadas mais simples, num ambiente redutor” (DAMINELI e DAMINELI, 2007, p. 272). Essa hipótese considera que há milhares de anos, a atmosfera terrestre apresentava uma composição química diferente do que temos atualmente (Fig. 13).

**Figura 13** – Modelo de Terra primitiva enfatizando as condições atmosféricas e oceânicas associadas à formação de precursores para sínteses pré-bióticas,  $\text{NH}_4\text{SCN}$  e  $\text{H}_2\text{CO}$  (descrição feita pelo autor da figura).



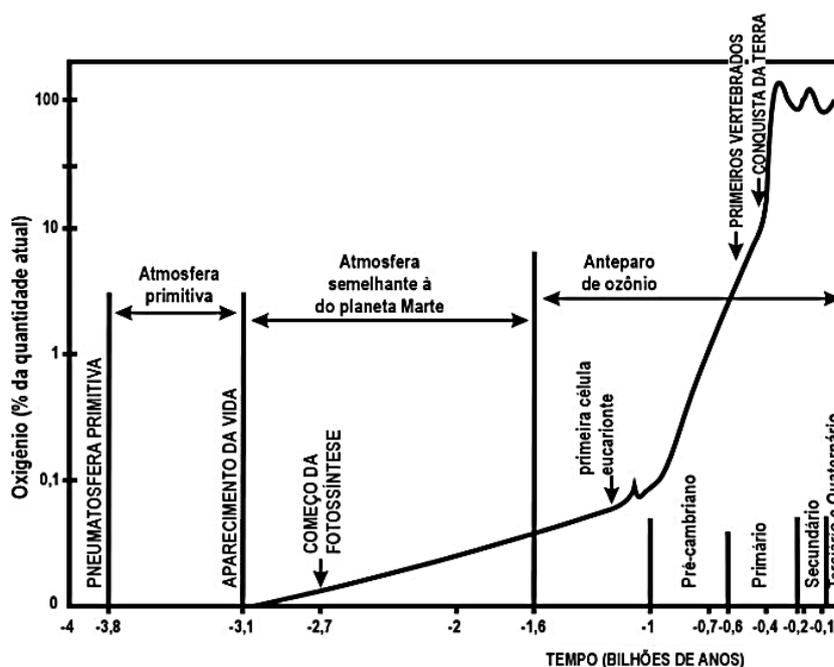
Fonte: CARVALHO, 2016, p. 26.

A atmosfera presente na Terra primitiva é denominada de atmosfera primitiva, caracterizada pela ausência do gás oxigênio e composta por vapores de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), gases metano ( $\text{CH}_4$ ); amônia ( $\text{NH}_3$ ); hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e; carbônico ( $\text{CO}_2$ ), citado apenas por Haldane, segundo Oliveira (2014). Essa composição química característica da atmosfera primitiva é defendida em virtude de que se acredita que “o planeta Terra teria sido formado por uma substância gasosa e pulveriforme que possuía em sua

constituição: hidrogênio, metano, amônia e água; estes compostos estariam, então, presentes desde o início do planeta.” (OLIVEIRA, 2014, p. 37).

A Fig. 14 esquematiza a evolução da quantidade de gás oxigênio atmosférico, desde a época da atmosfera primitiva. A inserção desse gás na atmosfera sucede ao aparecimento das primeiras formas de vida. A quantidade do gás oxigênio em dados percentuais alcança volumes vultosos a partir do momento que o processo de fotossíntese se inicia, alterando, significativamente, a composição química da atmosfera, bem como foi responsável por promover mudanças na dinâmica dos seres vivos presentes naquela época.

**Figura 14** – Evolução da quantidade de oxigênio na atmosfera no curso dos tempos geológicos.



Fonte: INEP/ENEM (2000)

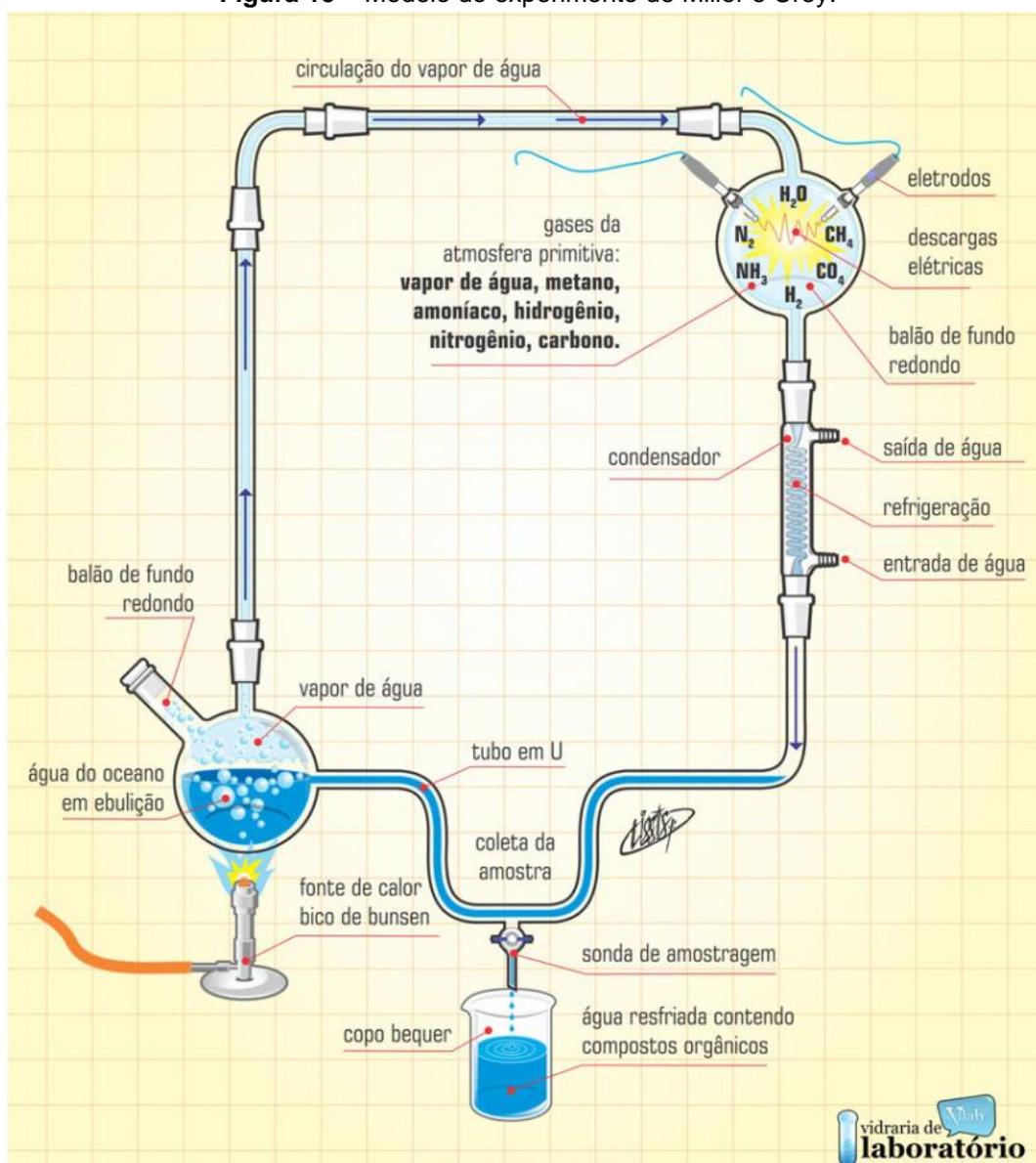
<[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/provas/2000/2000\\_amarela.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2000/2000_amarela.pdf)>

Segundo Carvalho (2016, p. 17), “as condições da Terra primitiva tiveram influência direta na formação das primeiras moléculas orgânicas e, conseqüentemente, no surgimento da vida.”. Em síntese, o autor apresenta que:

a vida teria surgido a partir das reações químicas entre moléculas simples que existiam na Terra Primitiva. As moléculas pré-existentes originaram aglomerados orgânicos circundados por uma membrana, os coacervados. Devido à estrutura organizada envolto da membrana, os coacervados seriam capazes de transmitir informações, promover reações químicas e realizar trocas com o meio externo. Assim, estruturas delimitadas por uma membrana e com capacidade de transmissão podem ser consideradas vivas. (CARVALHO, 2016, p. 17).

Na tentativa de verificar a plausibilidade da hipótese de Oparin e Haldane, os químicos norte-americanos Stanley Lloyd Miller e Harold Clayton Urey, ambos da Universidade de Chicago, realizaram experimentos e apresentaram os resultados para a comunidade científica, no ano de 1953, sendo, até hoje, referência para as investigações acerca da origem da vida. Os resultados obtidos foram provenientes da simulação, em laboratório, de um ambiente semelhante ao da Terra primitiva, de atmosfera redutora, como descrito na hipótese heterotrófica por meio da evolução química dos compostos (Fig. 15).

**Figura 15** – Modelo do experimento de Miller e Urey.



Fonte: Vidraria de laboratório, 2015.

<<http://www.vidrariadelaboratorio.com.br/wp-content/uploads/2015/11/modelo-do-Experimento-Miller-e-Urey.jpg>>

A partir da Fig. 15, observamos que o experimento proposto por Miller consistiu na passagem dos gases amônia, metano e hidrogênio “por uma câmara onde havia descargas elétricas, depois era condensado num recipiente de água e evaporado novamente, num ciclo contínuo. Em poucos dias se formou um precipitado rico em aminoácidos.” (DAMINELI e DAMINELI, 2007, p. 272).

Por fim, finalizamos esta seção, esclarecendo que após os experimentos de Stanley-Urey, outros pesquisadores, em tempos e locais diferentes, realizaram experimentos similares, utilizando-se de metodologias e equipamentos mais aperfeiçoados.

### **3.6 Sol, uma estrela essencial à vida na Terra: o fluxo de energia e matéria ao longo das cadeias alimentares**

O Sol é a estrela mais próxima da Terra, sendo essencial à manutenção da vida em nosso planeta. Essa estrela é uma anã amarela, que “tem fornecido à Terra um suprimento constante de calor e luz durante os últimos 5 bilhões de anos e vai continuar a fazê-lo por mais 5 bilhões de anos” (TYSON e GOLDSMITH, 2015, p. 266). Esse constante suprimento de calor e luz é primordial para a diversidade de climas presentes na biosfera. Essa diversidade de climas é responsável pelas características singulares na composição faunística e florística de cada ecossistema terrestre.

É experimentalmente observável que o Sol é uma estrela essencial à vida em nosso planeta, pois fornece luz e calor, elementos indispensáveis ao metabolismo dos seres vivos, tanto para a manutenção da temperatura corporal de determinados animais quanto para a conversão da energia eletromagnética (luz solar) em energia química (carboidratos) por meio dos organismos fotossintetizantes (algas e plantas). Com isso, é possível afirmar que “os seres vivos usam duas fontes básicas de energia na natureza: solar e química.” (DÁVILA, 2017, p. 121, tradução nossa).

À exceção dos organismos que extraem a energia para as suas atividades metabólicas do aquecimento geotérmico e de reações químicas (os quimiossintetizantes), os seres fotossintetizantes (ou fotoautotróficos) são os principais responsáveis pela manutenção e continuidade das cadeias alimentares presentes nos mais diversos ecossistemas (terrestre e aquático) do planeta Terra.

**Figura 16** – A transferência de energia e matéria ao longo da cadeia alimentar.



Fonte: Amabis e Martho, 2004, p. 301 – Ilustração de Jurandir Ribeiro.

Essas cadeias alimentares se mantêm à custa da transferência de matéria e de energia química, presentes nos compostos orgânicos (a exemplo dos carboidratos), entre os entes de uma cadeia alimentar: produtores, consumidores e decompositores (Fig. 16).

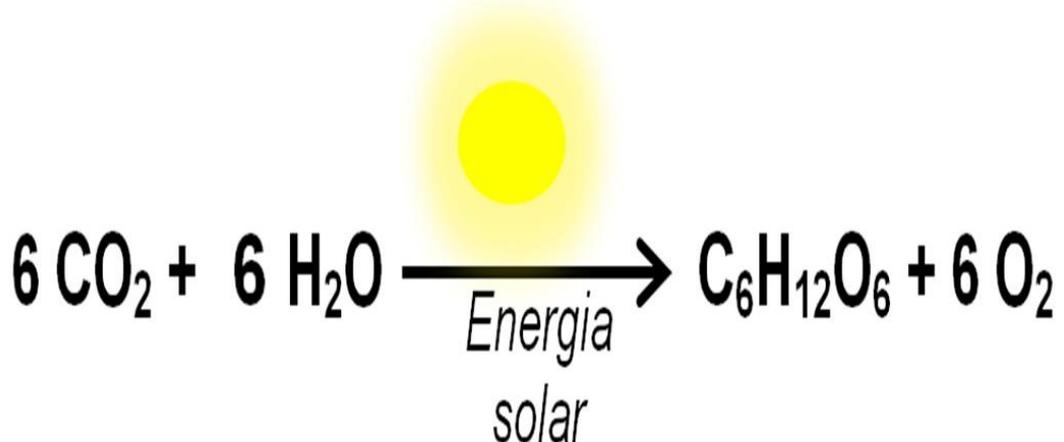
Em relação à conversão da energia eletromagnética (luminosa) em energia química, é mister salientar que este processo metabólico é denominado como fotossíntese. A fotossíntese pode ser realizada por algas, plantas e algumas bactérias que, à exceção dessa última, possuem em suas células uma organela chamada cloroplasto (em células eucariontes).

No interior dos cloroplastos são armazenadas moléculas envolvidas no processo de fotossíntese, tais como: pigmentos clorofilianos e alguns pigmentos acessórios. Assim, “a energia absorvida pelos pigmentos é transferida para os sítios bem definidos, localizados sobre as membranas tilacóide, os chamados centros de reação” (KLUGE, TEZOTTO-ULIANA e SILVA, 2014, p. 63).

A energia química proveniente da fotossíntese é a glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ), substância orgânica e principal fonte energética, fundamental para o processo de respiração celular em seres eucariontes (nucleados) e procariontes (anucleados). Dessa forma, a existência da vida em ecossistemas terrestres e aquáticos se dá pelo consumo dos produtos advindos do processo de fotossíntese. Por meio da “[...] fotossíntese, a planta usa a energia do Sol para oxidar a água e, assim, produzir

oxigênio, e para reduzir o CO<sub>2</sub>, produzindo compostos orgânicos, principalmente açúcares.” (KLUGE, TEZOTTO-ULIANA e SILVA, 2014, p. 63).

**Figura 17** – Equação global da fotossíntese.



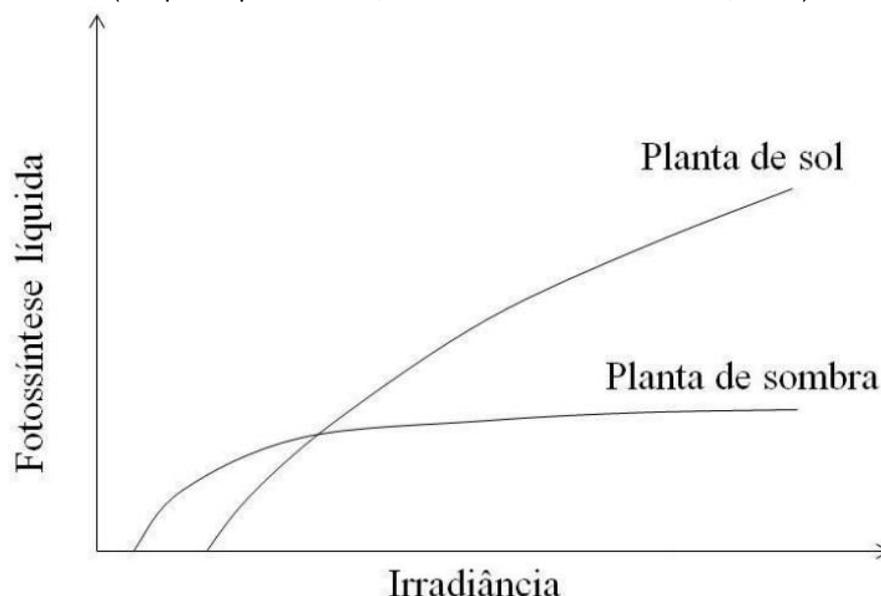
Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da equação global da fotossíntese (Fig. 17), podemos concluir que na etapa fotoquímica (na presença de luz) da fotossíntese ocorre a oxidação de doze moléculas de água (H<sub>2</sub>O) por ação da energia solar e com a redução de seis moléculas de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), os seres fotoautotróficos conseguem produzir: uma molécula de glicose, seis moléculas de gás oxigênio (O<sub>2</sub>) e seis moléculas de água.

Considerando a equação química da fotossíntese, também é possível perceber que além de os seres fotossintéticos (plantas, algas marinhas e algumas bactérias) serem os encarregados, inicialmente, pelo armazenamento da energia química que mantém a maioria das cadeias alimentares, eles também atuam na produção do gás oxigênio. Além disso, não podemos esquecer de que o gás oxigênio é matéria-prima para a formação de gás ozônio, que compõe a camada de ozônio.

Em relação aos produtos da fotossíntese de origem vegetal, cabe destacar que eles têm a sua taxa de produção associada à intensidade de absorção de energia solar realizada pelas plantas, que depende do ambiente onde ela se encontra (Fig. 18). A título de exemplo, se houver incidência excessiva de luz solar, a planta, objetivando a sua proteção, diminuirá a absorção luminosa por meio de dois mecanismos: a fotoinibição (reversível) e a foto-oxidação (irreversível) (STREIT *et al.*, 2005).

**Figura 18** – Resposta fotossintética típica de plantas de sol e de sombra em função da irradiância (adaptado por KLUGE, TEZOTTO-ULIANA e SILVA, 2014).



Fonte: Ridge, I.; *Plant Physiology*, 1991 apud Kluge, Tezotto-Uliana e Silva, 2014.

Cabe ressaltar que além da luminosidade, a concentração de gás carbônico, o estresse hídrico, o pH, aumento do gás etileno e a temperatura são também fatores ambientais limitantes da fotossíntese (STREIT *et al.*, 2005; KLUGE, TEZOTTO-ULIANA e SILVA, 2014). Enfim, observa-se na Fig. 18 que a planta classificada como “planta de sol” tem sua taxa fotossintética aumentada quando em exposição intensa de radiação solar, enquanto a planta de sombra possui uma demanda de irradiância (radiação solar) menor. A “planta de sol” em um ambiente cuja irradiância é aquém à sua demanda, terá a sua produção fotossintética comprometida.

### 3.7 Perspectivas sobre o futuro da vida na Terra

No que concerne ao futuro da vida no planeta Terra, acreditamos que só a partir do momento que passarmos a considerar que “não estamos simplesmente no universo, somos parte dele” (TYSON e GOLDSMITH, 2015, p. 25) é que será possível vislumbrarmos o surgimento de uma consciência coletiva no que tange à conservação dos recursos naturais de nosso planeta, bem como cuidarmos do meio ambiente como um todo, partindo de nossa realidade concreta (em nosso lar, escola, bairro, cidade etc.).

A existência de seres vivos como conhecemos é recente. Isso quando levamos em consideração que a Terra surgiu há cerca de 4,5 bilhões de anos, e naquele período, as condições não eram favoráveis ao abrigo da vida. A vida é um fenômeno natural. Esse fenômeno teve seu início a partir do momento que as condições ambientais hostis da Terra primitiva foram se tornando amenas até adquirir as características presentes na Terra atual.

A Terra, após um intenso processo de mudanças ao longo desses bilhões de anos, foi adquirindo: uma camada de ozônio, capaz de bloquear a entrada de parte da radiação solar; efeito estufa, que mantém a temperatura global em níveis ideais ao pleno funcionamento dos processos fisiológicos e bioquímicos dos organismos, bem como na perpetuação das espécies; água no estado físico líquido, capaz de solubilizar a maioria dos compostos orgânicos e inorgânicos, além de atuar nas principais reações metabólicas; composição atmosférica estável, possibilitando as trocas gasosas dos seres autotróficos durante a respiração, quimiossíntese e/ou fotossíntese; disponibilidade de fontes para obtenção de matéria e energia para as atividades tróficas etc.

A Terra levou bilhões de anos para nos oferecer um ambiente ecologicamente equilibrado, porém, o *Homo sapiens* vem interferindo, negativamente, na dinâmica dos ecossistemas. Por exemplo, muitos resíduos são gerados pelo *H. sapiens*. Parte desses resíduos são classificados como lixo inorgânico (ou resíduos sólidos), categoria que envolve materiais compostos por plásticos, vidros, papéis e metais. Tais materiais, quando não são destinados para a coleta seletiva, acabam poluindo o meio ambiente ao longo de dezenas e/ou centenas de anos.

Dessa forma, observa-se que busca pelo “progresso” das nações vem trazendo consigo resultados considerados bons no que tange às melhorias nas condições de saúde, moradia, locomoção e lazer para a população humana, contudo, trouxe consigo o aumento crescente de: resíduos que são produzidos e descartados de maneira inadequada, desmatamento e queimadas ilegais em florestas para ampliação da pecuária, uso irracional e poluição dos recursos hídricos, do solo e do ar; e, extinção em massa de seres vivos, devido à biopirataria, pesca e caça predatórias (Fig. 19, 20, 21 e 22).

**Figura 19** – Desmatamento na Amazônia.

Fonte: Cláudio Maretti  
(WWF-Brasil)

**Figura 20** – Poluição atmosférica.

Fonte: Chris Conway  
(<https://exame.abril.com.br/>)

**Figura 21** – Incêndio na Austrália colocam animais em extinção.

Fonte: Brett Hemmings  
(<https://capricho.abril.com.br/>)

**Figura 22** – Animal traficada.

Fonte: Arquivo Renctas  
(<http://g1.globo.com/>)

A humanidade necessita refletir que para evitar o esgotamento dos recursos naturais é preciso planejar a melhor maneira de utilizá-los. Além disso, a destruição dos ecossistemas naturais coloca em risco a sobrevivência dos povos e comunidades tradicionais, que dependem direta e indiretamente dos recursos naturais disponíveis nesses ecossistemas.

A título de exemplo, no Brasil há um Código Florestal (Lei 12.651/2012) que estabelece normas mais condizentes com as atuais necessidades socioambientais, definindo assim a respeito da forma como a flora nativa de nosso país poderá ser explorada. Ainda, estabelece quais as áreas deverão ser preservadas e quais as áreas poderão ser empregadas para fins produtivos.

Um dos princípios do Código Florestal é:

[...] a preservação das florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático, para o bem-estar das gerações presentes e futuras. (BRASIL, 2012).

Porém, diante das atuais divulgações científicas acerca de como o Brasil vem lidando com a fiscalização ambiental, proteção das florestas nativas e, do uso

irracional e inconsequente dos recursos naturais como o ar, solo e das águas, o nosso país tem um grande desafio a superar para pôr em prática o que preza a legislação ambiental vigente.

Muitos países vêm chamando à atenção do Brasil em relação à proteção das florestas nativas, demonstrando que o país está indo em direção contrária a um dos princípios da Lei 12.651/2012. Tal princípio discorre a respeito da ação governamental de proteção e uso sustentável de florestas, consagrando o compromisso do Estado com a compatibilização e harmonização entre o uso produtivo da terra e a preservação da água, do solo e da vegetação, visto que o meio ambiente é um “[...] bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo [...]” (BRASIL, 1988).

Somos parte integrante da Natureza. Preservar a natureza é preservar a nossa permanência no planeta Terra. Diante disso, a Astrobiologia, dentre outras demandas, objetiva “investigações de laboratório e campo das origens e evolução inicial da vida, e estudos do potencial da vida para se adaptar a **desafios futuros, tanto na Terra como no espaço.**” (DES MARAIS *et al.*, 2008, p. 715, tradução e grifo nossos).

Portanto, é urgente a necessidade do desenvolvimento sustentável, pensando no bem-estar das atuais e futuras gerações. A nação precisa progredir, mas não apenas economicamente, afinal, se a natureza for destruída, conseqüentemente, a nação toda o será. Dessa forma, de nada adianta pensar apenas no crescimento econômico.

## 4 METODOLOGIA

O presente capítulo se dedica à apresentação da metodologia utilizada ao longo da execução do projeto de pesquisa *Divulgação Científica em Astrobiologia por meio de exposição como promotora do ensino interdisciplinar entre Biologia, Física e Química* do Mestrado Profissional em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MPAstro/UEFS). Esse projeto foi executado no Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC), em 2019, nas aulas de Biologia em três turmas de 3º ano do Ensino Médio, no turno matutino.

O CIEAC é uma instituição de porte especial (Decreto Estadual 8.450/03), pertencente à Rede Estadual de Educação do estado da Bahia, localizado no perímetro urbano do município de Feira de Santana. Anualmente, matriculam-se para o ensino regular dessa instituição, nos três turnos de funcionamento, mais de 3 mil estudantes, oriundos de bairros periféricos da cidade, além de algumas cidades circunvizinhas. Observa-se que o CIEAC é formado por um corpo discente social, cultural e financeiramente heterogêneo.

O projeto para o desenvolvimento de uma exposição de cunho itinerante em torno da Astrobiologia surgiu da necessidade de implementar um método de ensino e aprendizagem significativo, que atendesse a demanda de um público tão heterogêneo como o observado no CIEAC. Esse novo método de ensino e aprendizagem foi criado para estimular a compreensão dos estudantes de que os conhecimentos biológicos, físicos e químicos dialogam entre si para explicar o mundo natural; desenvolver a capacidade de leitura e interpretação de textos científicos; incentivar a utilização de tecnologias básicas de informação e; demonstrar a ciência como uma construção humana.

Ao longo da execução do projeto, desenvolveu-se um trabalho de cunho colaborativo, tendo em vista que “[...] o aprendizado dos alunos e dos professores e seu contínuo aperfeiçoamento devem ser construção coletiva [...]” (BRASIL, 1997). As atividades foram desenvolvidas integrando alguns conceitos da Física e da Química nas aulas de Biologia.

Além disso, esse trabalho colaborativo teve o propósito de consolidar os conhecimentos acerca das disciplinas de Biologia, Física e Química por meio do incentivo aos estudos astrobiológicos no decorrer das atividades propostas (Apêndice

L), sem esquecermos de considerar, naquele momento, a possibilidade de que alguns ou todos os estudantes pudessem apresentar erros conceituais ou concepções alternativas, muitas vezes, advindos de uma formação científica preliminar deficitária. Dessa forma, fomentou-se o desejo pelo conhecimento e pelos sonhos de um futuro melhor, bem como pela percepção de que realidades podem ser transformadas por meio da Educação.

#### 4.1 Classificação da pesquisa

O estudo desenvolvido possui natureza aplicada, considerando a produção de novos “[...] conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos.” (PRODANOV e FREITAS, 2013, p. 126), presentes no ensino de Biologia, Física e Química no Ensino Médio, ou seja, buscou-se a transformação da realidade do CIEAC no que diz respeito a forma como os estudantes percebiam a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias no cotidiano escolar (Fig. 23).

Figura 23 – Classificação e etapas do estudo desenvolvido.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A abordagem de pesquisa adotada nesse estudo foi a pesquisa qualitativa. Por meio da abordagem qualitativa, a unidade escolar, nosso campo de estudos, foi a “[...] fonte direta para coleta de dados, interpretação de fenômenos e atribuição de significados” (PRODANOV e FREITAS, 2013, p. 128).

Quanto aos objetivos de pesquisa, o presente estudo utilizou a pesquisa exploratória, consistindo no “[...] aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições.” (GIL, 2002, p. 41), possibilitando, segundo Marconi e Lakatos (2003, p. 188), “a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, [...] ou modificar e clarificar conceitos.”. Por meio da pesquisa exploratória, buscou-se compreender os fatores que dificultam ou favorecem o ensino interdisciplinar das Ciências Naturais no CIEAC.

No que concerne aos procedimentos técnicos para a coleta de dados, adotou-se a pesquisa participante, também denominada como observação participante, que “consiste na participação real do pesquisador com a comunidade ou grupo. Ele se incorpora ao grupo, confunde-se com ele. Fica tão próximo quanto um membro do grupo que está estudando e participa das atividades normais deste.” (MARCONI e LAKATOS, 2003, p. 194).

No contexto da pesquisa participante, empregou-se a documentação direta extensiva, utilizando como instrumento a aplicação de pré-teste e pós-teste que, segundo Marconi e Lakatos (2003), tem como finalidade a obtenção de dados que permitem ao pesquisador “[...] medir o rendimento, a freqüência, a capacidade ou a conduta de indivíduos, de forma quantitativa” (MARCONI e LAKATOS, 2003, p. 223). Com isso, foi possível verificar a efetividade dos produtos educacionais desenvolvidos, nos permitindo “[...] classificar, explicar e interpretar fatos que ocorrem [...]” (PRODANOV e FREITAS, 2013, p. 52) no processo de ensino e aprendizagem de Biologia em um contexto interdisciplinar.

O pré-teste e pós-teste (Apêndice A) foram editados por meio da ferramenta *Google Forms* (Formulários *Google*), tendo como finalidade a coleta de dados, possibilitando a avaliação acerca da efetividade do aprendizado em um contexto interdisciplinar entre Biologia, Física e Química quando utilizarmos a exposição para fomentar a compreensão e os estudos dos estudantes no campo da Astrobiologia.

## **4.2 Materiais e procedimentos metodológicos**

O projeto de pesquisa foi aplicado em duas tentativas, havendo êxito apenas na segunda tentativa de aplicação. Na primeira tentativa, aplicou-se o pré-teste a 15

estudantes, que se voluntariaram no projeto para ações no contraturno, porém, o número de participantes presentes foi reduzindo no transcurso dos encontros (Quadro 04). A aplicação no contraturno às aulas foi a proposta inicial, porque os assuntos discutidos em torno das origens da Terra e da vida, além da Ecologia estavam programados no plano de curso da disciplina de Biologia para serem trabalhados entre as últimas semanas do 2º ciclo até o 3º ciclo do ano letivo (entre os meses de setembro e dezembro) e, como pode ser observado no Quadro 04, as ações do projeto, na primeira tentativa não exitosa, iniciaram no mês de abril de 2019.

**QUADRO 04** – Registros dos encontros realizados com os estudantes.

<b>DATA</b>	<b>ATIVIDADES REALIZADAS</b>	<b>Nº DE ALUNOS</b>	<b>CARGA HORÁRIA</b>
02/04/2019	I. Apresentação do projeto, II. Aplicação do pré-teste <i>on-line</i> (Formulários <i>Google</i> ).	12	03h
15/04/2019	I. Estudos dos conceitos de Astronomia e Astrobiologia.	09	02h
11/06/2019	I. Discussão sobre evolução estelar.	08	30min.
25/07/2019	I. Origem e evolução dos seres vivos e da Terra.	04	02h30min.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Alguns fatores foram identificados como responsáveis pela desistência dos voluntários, dentre eles, verificou-se que: alguns estudantes moravam em bairros distantes da escola, inviabilizando-os de realizarem a refeição do meio dia; alguns pais/responsáveis solicitaram a saída de seus filhos/tutelados do projeto, devido a fatores financeiros (pagamento da tarifa de ônibus urbano) e; falta de interesse por parte de alguns estudantes após possuírem maiores esclarecimentos da temática de pesquisa, bem como das ações que seriam desenvolvidas no contraturno.

Diante disso, tornou-se inviável a continuidade do projeto com apenas 04 estudantes (Fig. 24), por isso ocorreram mudanças em relação ao turno de aplicação das ações previstas, haja vista que no dia em que o projeto de pesquisa foi apresentado, em sala de aula, muitos estudantes demonstraram-se interessados por temas relacionados com a Astronomia. Esses estudantes interessados não estavam participando da pesquisa, até então, porque trabalhavam no contraturno (realidade da escola pública). Com isso, as atividades do projeto foram reprogramadas para serem executadas a partir do 2º ciclo letivo de 2019, no mesmo turno e horário das aulas de Biologia, ministradas pelo professor-pesquisador, oportunizando a participação de 117 estudantes interessados em conhecer o campo de estudos da Astrobiologia.

**Figura 24** – Sequência de imagens com os estudantes presentes no último encontro de Astrobiologia no contraturno.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na segunda tentativa, o pré-teste foi aplicado a 31 do total de 117 estudantes do 3º ano do Ensino Médio, visando, inicialmente, sondar os possíveis conhecimentos que os estudantes já traziam consigo a respeito da Astrobiologia. Conhecimentos que poderiam estar de acordo, ou, eventualmente, em desacordo com aqueles considerados cientificamente plausíveis. Salienta-se que os pais/responsáveis pelos estudantes, que se voluntariaram na pesquisa, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice B), autorizando a participação, a publicação e a apresentação dos resultados da pesquisa e da imagem desses estudantes.

Depois da aplicação do pré-teste, os estudantes começaram a participar de atividades formativas (Apêndice L), ao longo de três meses, para compreenderem sobre a montagem e funcionamento de uma exposição de cunho itinerante, bem como das temáticas que seriam discutidas. Essas atividades formativas também incluíram: a exibição e discussão de documentários acerca das origens da Terra<sup>10</sup> e da vida<sup>11</sup>; estudos e pesquisas orientadas e; a realização de aulas dialógicas por meio da apresentação de slides.

<sup>10</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dgJOMTRIBms&t=1628s>

<sup>11</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hvmyQFs2ink>

No final das atividades formativas, os estudantes foram encaminhados à sala do Clube de Astronomia, local onde ocorreram as apresentações e as mediações dos assuntos abordados em cada seção temática da exposição em Astrobiologia (Fig. 25).

**Figura 25** – Sequência de imagens do ambiente da exposição em Astrobiologia.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As temáticas desta exposição foram definidas baseando-se no livro *Astrobiologia: uma ciência emergente*, organizado pelo doutor Douglas Galante e colaboradores no ano de 2016. Com base nisso, para cada uma das 07 seções temáticas da exposição, atribuiu-se os seguintes nomes:

- 1) Astrobiologia: uma ciência em consolidação;
- 2) Formação dos elementos químicos por meio do nascimento e da morte de estrelas;
- 3) Origem e evolução dos seres vivos na Terra;
- 4) Planetas e satélites em zonas habitáveis, dentro e fora do Sistema Solar;
- 5) Biosfera da Terra primitiva e atual;
- 6) Sol, uma estrela essencial à vida na Terra: o fluxo de energia e matéria ao longo das cadeias alimentares;
- 7) Perspectivas sobre o futuro da vida na Terra.

Cada uma das sete seções temáticas foi composta por materiais específicos. A partir desses materiais, o acervo da exposição foi se constituindo com a produção de esquemas, imagens em banners (em papel A1), imagens ilustrativas (em papel A4), jogo de tabuleiro *Trilha Astrobiológica* (Apêndices D, E, F, G e H), experimentos (vide o produto educacional *Manual de atividades: experimentos de Astrobiologia* no site do MPAstro) e maquetes (microecossistema e processos da fotossíntese).

O *Manual de atividades: experimentos de Astrobiologia* contém dois roteiros experimentais: um para contribuir nas discussões da vida em ambientes extremos enquanto o outro possibilita a compreensão da importância do Sol para a manutenção da vida na Terra. Para a execução desses experimentos em um curto período, optou-se pelo cultivo de sementes de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) por possuir um breve ciclo de vida.

Em relação aos dois experimentos utilizados, o primeiro consistiu na simulação do cultivo de sementes do *P. vulgaris* sob condições extremófilas para refletir a respeito dos fatores que mantêm os seres vivos em nosso planeta. Para simular a vida como a conhecemos, habitando um ambiente extremo, criou-se 05 sistemas (Quadro 05). Em cada sistema foram cultivadas 04 sementes de feijão, regado diariamente com reagentes específicos em um período de 10 dias. A partir desse experimento, discutiu-se com os estudantes assuntos como: funções químicas ácidas e básicas, osmorregulação hídrica, temperatura ótima para funcionamento das enzimas e fisiologia vegetal.

**Quadro 05** – Método para o cultivo do *Phaseolus vulgaris* em condições extremófilas.

TIPO DE SISTEMA	REAGENTES UTILIZADOS PARA REGAR AS SEMENTES
<b>CONTROLE</b>	Regar com 20mL de água da torneira.
<b>HALÓFILO</b>	Regar com 20mL de solução de água e duas colheres de chá de cloreto de sódio.
<b>TERMÓFILO</b>	Regar com 20mL de água quente (aproximadamente 40 °C).
<b>ACIDÓFILO</b>	Regar com 20mL de suco de limão (utilizar um limão por dia para fazer o suco – mistura de sumo de limão com água da torneira).
<b>ALCALINÓFILO</b>	Regar com 20mL de solução de água com 10g de bicarbonato de sódio.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O segundo experimento consistiu no cultivo de sementes de *P. vulgaris* em dois recipientes que foram previamente identificados com as letras **A** e **B**. O recipiente **A** (Fig. 26), onde a semente foi cultivada, ficou exposto constantemente à luz solar. Já

o recipiente **B** (Fig. 27) foi mantido em um ambiente no qual não havia incidência direta de luz solar e/ou luz artificial.

**Figura 26** – Desenvolvimento do vegetal exposto à luz solar após 03 dias de cultivo.



Fonte: O autor.

**Figura 27** – Desenvolvimento do vegetal não exposto à luz solar após 03 dias de cultivo.



Fonte: O autor.

As observações do crescimento vegetal em condições ambientais distintas promoveram discussões sobre a importância da luz solar para a manutenção da vida dos vegetais e das algas, bem como dos demais seres vivos. Discutiu-se, também, temas como: fotossíntese; ondas eletromagnéticas; reações químicas para a formação do gás oxigênio, do gás carbônico, da água e da glicose.

Ainda sobre a composição do acervo da exposição, foram incluídas três maquetes pertencentes ao acervo de materiais didáticos do Laboratório de Biologia do CIEAC. Para a seção “Biosfera na Terra primitiva e atual”, uma maquete (em placa de gesso) representou um microecossistema (Fig. 28), contendo objetos que representaram os seres vivos em interação com os fatores não vivos (luz, água, solo, ar e rochas).

**Figura 28** – Maquete: simulando um microecossistema.



Fonte: O autor.

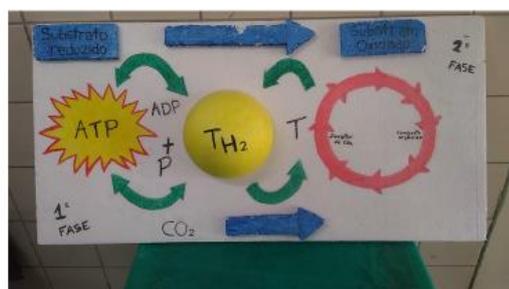
Para compor a seção *Sol*, uma estrela essencial à vida na Terra: o fluxo de energia e a matéria ao longo das cadeias alimentares utilizou-se duas maquetes. A primeira maquete (Fig. 29), construída sobre papel A1, apresentou o fornecimento de luz solar e calor, elementos indispensáveis ao metabolismo dos seres vivos.

**Figura 29** – Maquete: fornecimento de luz e calor pelo Sol.



Fonte: O autor.

**Figura 30** – Maquete: algumas reações bioquímicas decorrentes da fotossíntese.



Fonte: O autor.

Enquanto a segunda maquete (Fig. 30) foi construída em uma placa de isopor para apresentar uma sequência resumida de algumas reações bioquímicas que ocorrem no interior das células de organismos fotossintéticos durante o processo de fotossíntese.

**Figura 31** – Itens do jogo de tabuleiro Trilha Astrobiológica.



Fonte: O autor.

Para auxiliar a consolidação dos conceitos mediados durante a exposição, elaborou-se por meio do *Power Point*, aplicativo da *Microsoft Corporation*, um jogo de tabuleiro, intitulado *Trilha Astrobiológica* (Fig. 31), capaz de possibilitar a (re)construção de conceitos e saberes a respeito do que se entende por Terra primitiva, bem como dos possíveis mecanismos que possibilitaram o surgimento dos primeiros seres vivos.

Posteriormente à visita, os estudantes foram convidados a participarem do pós-teste, objetivando a avaliação da intervenção realizada no período da execução do projeto. De posse das respostas do pré-teste e do pós-teste, o professor pesquisador avaliou se as ações do projeto favoreceram a consolidação e o aprofundamento dos conceitos relacionados às Ciências Naturais. Isso quando ele utilizou a Astrobiologia como tema transversal em prol do ensino interdisciplinar entre Biologia, Física e Química.

No decorrer dos estudos, das discussões e da aplicação do projeto de pesquisa, o professor pesquisador produziu como produto educacional principal um *Guia para Montagem de uma Exposição de cunho Itinerante – Divulgação em Astrobiologia*, contendo imagens dos materiais textuais e não textuais utilizados, instruções e sugestões sobre a montagem de cada seção temática, dicas de experimentos (disponível no *Manual de atividades: experimentos de Astrobiologia, um dos produtos educacionais auxiliares ao Guia*) que podem ser realizados pelos estudantes para simular ambientes extremos e verificar a importância da luz solar para os seres fotossintetizantes, além de um jogo de tabuleiro (produto educacional auxiliar ao Guia) para a revisão dos assuntos discutidos ao longo das seções.

O *Guia para Montagem de uma Exposição de cunho Itinerante – Divulgação em Astrobiologia* busca incentivar a reprodução e utilização de exposições pelos professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, interessados em inserir a Astrobiologia em suas aulas.

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados deste estudo são oriundos da colaboração de 31 estudantes voluntários que cursaram, em 2019, o 3º ano do Ensino Médio no Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand, localizado na cidade de Feira de Santana, Bahia.

Antes e após o desenvolvimento das atividades propostas nesta pesquisa, os estudantes submeteram-se à aplicação de dois questionários virtuais (pré-teste e pós-teste), cada um com 23 questões idênticas. Em vista a preservar a identidade dos estudantes, o professor pesquisador estabeleceu como critério de identificação desses sujeitos a utilização da primeira letra da palavra estudante seguida de um número cardinal. Dessa forma, tivemos os sujeitos: E1, E2, E3 [...] e E31.

O pré-teste e o pós-teste foram desenvolvidos por meio do *Google Forms* (Formulários *Google*), um serviço gratuito do *Google* para a criação de formulários e questionários virtuais. Um *link* concedendo acesso ao questionário tanto no pré-teste quanto no pós-teste foi disponibilizado em um grupo de *WhatsApp*, denominado Astrobiologia na Escola, criado para discussões, informes e dúvidas relacionados às atividades do projeto de pesquisa.

Todas as questões foram respondidas, tanto no pré quanto no pós-teste, pois os estudantes só poderiam submeter o formulário para envio se não houvesse pendência quanto ao preenchimento ou marcação das questões.

A partir das respostas do pré-teste, analisou-se os conhecimentos prévios e as percepções que os estudantes já traziam consigo acerca da Astrobiologia e da interdisciplinaridade entre as disciplinas escolares que integram a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Física e Química) no Ensino Médio.

No pós-teste, verificou-se as aprendizagens adquiridas pelos sujeitos desta pesquisa durante e após o desenvolvimento do projeto de exposição em Astrobiologia, bem como avaliou-se o aprofundamento teórico desses sujeitos, considerando as respostas fornecidas durante a etapa do pré-teste.

O presente capítulo está dividido em seções, apresentando os resultados obtidos por meio das análises das respostas fornecidas pelos estudantes durante a aplicação do pré-teste e do pós-teste, além de esclarecer os conhecimentos adquiridos ou não pelos estudantes no decorrer de cada temática da exposição (Quadro 06).

**Quadro 06** – Classificação das questões que integram cada temática da exposição.

NOMES DAS SEÇÕES TEMÁTICAS	QUESTÕES INTEGRANTES
1. Astrobiologia: uma ciência em consolidação.	01, 02, 03 e 04.
2. Formação dos elementos químicos por meio do nascimento e da morte de estrelas.	14 e 22.
3. Origem e evolução dos seres vivos na Terra.	05, 20 e 21.
4. Planetas e satélites em zonas habitáveis, dentro e fora do Sistema Solar.	06, 07, 17 e 18.
5. Biosfera da Terra primitiva e atual.	08, 09, 13, 16, e 19.
6. Sol, uma estrela essencial à vida na Terra.	10, 11,12 e 15.
7. Perspectivas sobre o futuro da vida na Terra.	23.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Este capítulo também traz os resultados obtidos acerca do desempenho em termos qualitativos e quantitativos dos estudantes ao longo do ano letivo de 2019, quando o professor pesquisador altera a sua abordagem pedagógica e metodológica nas aulas de Biologia. Naquele ano, mesmo antes de iniciar as ações do projeto de pesquisa, o professor realizou práticas interdisciplinares em suas turmas, relacionando os assuntos estudados com as temáticas da Astrobiologia.

### 5.1 Resultados encontrados em “Astrobiologia: uma ciência em consolidação”

O presente estudo foi desenvolvido como uma tentativa de inserir os estudos astrobiológicos no currículo escolar do CIEAC, quiçá nas demais escolas brasileiras. Uma das primeiras perguntas realizadas no pré-teste buscou verificar se os estudantes possuíam algum conhecimento acerca da Astrobiologia. Para isso, fez-se o seguinte questionamento: *Antes do professor comentar em sala de aula, você já tinha ouvido falar em Astrobiologia?*

A partir dos dados coletados, observou-se que 87,10% do grupo amostral de estudantes apresentavam desconhecimento a respeito do termo Astrobiologia (Fig. 32). Esse dado revela a importância da escola como uma instituição que pode e deve promover a divulgação científica, porque dependendo do contexto socioeconômico de certos estudantes, o acesso deles a outros espaços promotores de divulgação científica de forma qualificada se torna inviável.

**Figura 32** – (Pré-teste) Respostas da questão 01: “Antes do professor comentar em sala de aula, você já tinha ouvido falar em Astrobiologia?”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando questionados se no âmbito escolar seria possível as disciplinas integrantes das Ciências da Natureza desenvolverem trabalhos em conjunto, foi unânime a resposta dos estudantes, afirmando ser possível professores e estudantes construírem trabalhos interdisciplinares envolvendo os conceitos da Biologia, da Física e da Química no espaço escolar.

Na seção *Astrobiologia: uma ciência em consolidação* também se solicitou que os estudantes respondessem: *Qual a importância de associar os conhecimentos da Astronomia com os da Biologia, da Física e da Química para a busca de possíveis seres vivos em outros planetas/satélites (naturais)? Explique. (Se não souber, responder ‘não sei’).*

**Figura 33a** – (Pré-teste) Respostas da questão 03: “Qual a importância de associar os conhecimentos da Astronomia com os da Biologia, da Física e da Química [...]?”



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 33b** – (Pós-teste) Respostas da questão 03: “Qual a importância de associar os conhecimentos da Astronomia com os da Biologia, da Física e da Química [...]?”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao confrontar os dados contidos no pré-teste e no pós-teste (Fig. 33a e 33b, respectivamente), verificou-se haver redução de 22,60% dos estudantes que, no pré-teste, não souberam explicar a importância de associarmos os conhecimentos da

Astronomia nas aulas de Biologia, Física e Química. Analisando as respostas fornecidas no pós-teste, verificou-se que 64,50% dos estudantes conseguiram apresentar alguma explicação plausível para a questão 03 (Fig. 33b).

Dentre as respostas apresentadas por 64,50% do grupo amostral, observamos que elas se apresentam qualitativamente mais consistentes em relação às respostas fornecidas na etapa do pré-teste, como é possível observar no Quadro 07, que traz uma análise comparativa da consistência entre as respostas apresentadas tanto no pré-teste quanto no pós-teste.

**Quadro 07** – Análise comparativa da consistência qualitativa entre as respostas da questão 03 do pré-teste e pós-teste.

(continua)

RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE	RESPOSTAS DO PÓS-TESTE
“Não sei.” (E3, 2019).	“Pois um complementa o que o outro não sabe.” (E3, 2019).
“Melhorias na vida terrestre.” (E4, 2019).	“Porque através da física, química e biologia é possível comprovar que se existir algo fora da Terra ele é ou não um ser vivo.” (E4, 2019).
“Pois, abre maior possibilidades e abrange oportunidades para o conhecimento.” (E5, 2019).	“Ambos conceituam modos que juntos explicam a astronomia.” (E5, 2019).
“Para entender não somente o que são, mas como são, pra que servem, qual a composição etc.” (E7, 2019).	“Tudo está associado. A biologia seria necessária para o entendimento da vida e a Química e Física justamente pela composição.” (E7, 2019).
“Não sei.” (E9, 2019).	“Cada uma dessas áreas estuda alguma coisa relacionado ao universo, assim podem unir seus conhecimentos e facilitar os estudos.” (E9, 2019).
“Para juntar os conhecimentos na área.” (E11, 2019).	“Por que ambos estudam o ambiente.” (E11, 2019).
“A União de conhecimentos destas ciências podem decifrar como a vida se formou na terra e como podemos sobreviver fora dela.” (E12, 2019).	“Conhecendo as necessidades básicas para a vida fica mais fácil a identificação de possíveis lares.” (E12, 2019).
“Serve para estudar formas, fórmulas, moléculas etc. que existem na Terra e supor que existam lá se forem compatíveis ou descobrir novas substâncias.” (E14, 2019).	“Usar o que já conhecemos para comparar e explorar as possibilidades de acordo com o que os habitantes terrestres consideram vida, apesar de não dispensar uma nova visão.” (E14, 2019).
“Extrema, pois muitos dos aspectos analisados durante a procura da vida nos corpos celestes são associados diretamente com física ou química e não apenas com astronomia ou biologia.” (E15, 2019).	“Para determinar se a vida é possível devemos avaliar todos os aspectos que tornam vida possível por exemplo a temperatura afeta a maneira que moléculas interagem entre si logo se um corpo celeste estiver muito frio ou quente ele não poderá formar vida logo uma interação entre física e química que impossibilita a biológica.” (E15, 2019).

**Quadro 07** – Análise comparativa da consistência qualitativa entre as respostas da questão 03 do pré-teste e pós-teste.

(continuação)

RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE	RESPOSTAS DO PÓS-TESTE
“Entender quem somos (se somos a única forma de vida, por exemplo) e para onde iremos.” (E16, 2019).	“Conhecer sobre as possibilidades de vida fora da Terra é importante para nossa própria história. A natureza do Planeta Terra está pedindo socorro e estamos nos mostrando ineficientes nessa ajuda. Assim, a vida extraterrestre pode indicar nossos próximos passos; nossa próxima morada. Além disso, podemos avançar na ciência ao estudar esses seres e de onde vieram.” (E16, 2019).
“Não sei.” (E17, 2019).	“Mais conhecimento.” (E17, 2019).
“Não sei.” (E19, 2019).	“É importante para consolidar o conhecimento e entender de forma mais profunda a busca pela vida em outros planetas.” (E19, 2019).
“É importante pelo fato de viver em outro planeta através das necessidades humanas o que incluem a biologia, física e química.” (E20, 2019).	“É importante pelo fato de ter vida em outro planeta envolvendo seres humanos como forma de sobrevivência.” (E20, 2019).
“Para tentar realizar novas descobertas a fim de ampliar os conhecimentos.” (E22, 2019).	“Desse jeito seria mais fácil descobrir se há vida em outro planeta associando-os ao estilo de vida do nosso planeta terra.” (E22, 2019).
“Não sei.” (E25, 2019).	“Porque com essas matérias juntas, acredito que fique mais fácil a busca.” (E25, 2019).
“É importante para a evolução das matérias.” (E27, 2019).	“É importante usar todas elas, pois, os conceitos de cada matéria são fundamentais para que se possa descobrir a vida em outros planetas.” (E27, 2019).
“Pois através delas em conjunto é muito essencial pois a biologia ajuda no desenvolvimento no lugar e na reprodução das espécies.” (E28, 2019).	“É importante pois tem uma ligação muito importante que com a ajuda da química dá pra reconhecer as fórmulas químicas do planeta e ver se dá pra ter outros seres vivos.” (E28, 2019).
“Tem a busca dos conhecimentos em cada uma delas como moléculas, estudo da vida e temperaturas.” (E29, 2019).	“Existe algo não definido, porém a Astronomia é uma ciência que envolve um conjunto de ciências naturais como a Física, Química, Biologia e outros.” (E29, 2019).
“Não sei.” (E30, 2019).	“É importante para descobrir se existe ou não seres vivos fora da Terra, o que poderá ampliar e evoluir os nossos meios de conhecimento e de comunicação/tecnologia.” (E30, 2019).
“Não sei.” (E31, 2019).	“Para conceituar as questões ainda não solucionadas, como por exemplo o sentido da vida.” (E31, 2019).

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da leitura das respostas expostas no Quadro 07, é possível verificar que alguns estudantes, no pós-teste, forneceram argumentos com um teor de aprofundamento superior quando levamos em consideração os dados obtidos durante o pré-teste.

Com base nas pesquisas e estudos realizados (NEITZEL, 2006; SOUZA, 2013; ATHAYDE, 2015; NASCIMENTO, 2015; LIMA e SANTOS, 2016; FERREIRA, 2017; SPINARDI, 2017; GOMES, DUARTE e VIEIRA, 2017; GOMES, 2018) que defendem a inserção da Astrobiologia nos currículos escolares, antes da aplicação do projeto de pesquisa, considerou-se a possibilidade dos estudantes não possuírem um bom nível de compreensão em Astrobiologia, devido a intensa fragmentação dos conteúdos trabalhados no Ensino Médio, pois falar de Astrobiologia requer conhecimentos integralizados nos campos da Biologia, da Física e da Química.

Diante desse contexto, o professor pesquisador buscou investigar melhor essa possibilidade no pré-teste, criando o seguinte questionamento: *O que você entende por Astrobiologia? Comente. (Se não souber, responder 'não sei')*. Após as discussões promovidas durante a exposição, observou-se que o percentual de estudantes que conseguiram, no pós-teste, elaborar uma explicação plausível acerca do entendimento da Astrobiologia, aumentou em 45,2% em relação ao verificado no pré-teste.

**Figura 34a** – (Pré-teste) Respostas da questão 02: “O que você entende por Astrobiologia? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 34b** – (Pós-teste) Respostas da questão 02: “O que você entende por Astrobiologia? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao verificar as respostas da questão 02 (Fig. 34a), observou-se que 58,1% dos estudantes não souberam comentar o que significava o termo Astrobiologia. Dentre os estudantes que emitiram algum comentário (41,9%), percebeu-se a plausibilidade de todas as respostas fornecidas (Quadro 08) sobre o conceito de Astrobiologia<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> A Astrobiologia é “vista como uma área de pesquisa multi, inter e até transdisciplinar, que procura maneiras novas para entender o fenômeno da vida no Universo, sua origem, evolução, distribuição e futuro.” (GALANTE *et al.*, 2016, p. 17).

**Quadro 08** – Plausibilidade das respostas fornecidas no pré-teste sobre o entendimento que os estudantes possuíam sobre Astrobiologia.

<b>RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE DA QUESTÃO 02</b>
“Origem da vida.” (E2, 2019).
“Coisas ligada ao espaço que tem a ver com biologia também.” (E3, 2019).
“O estudo do espaço ajudando na Terra.” (E4, 2019).
“É a parte da biologia que estuda a vida no universo.” (E9, 2019).
“Estudo da origem, evolução.” (E10, 2019).
“A ciência responsável pelo estudo da vida fora da terra como bactérias ou vírus.” (E12, 2019).
“o estudo da vida em corpos celestes.” (E15, 2019).
“União da astronomia com a biologia. Um dos objetivos pode ser estudar a vida em outros planetas ou as características naturais dessas matérias especiais.” (E16, 2019).
“A biologia relacionada com o universo tipo estudo da vida nos planetas e tal.” (E19, 2019).
“Uma ciência que engloba a biologia.” (E21, 2019).
“Estudo da origem, evolução.” (E26, 2019).
“É a ciência que estuda a vida e a evolução do espaço sideral.” (E27, 2019).
“Entendo que a palavra "Astrobiologia" é uma evolução, suas características da vida.” (E29, 2019).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Diante da relevância que a seção *Astrobiologia: uma ciência em consolidação* possui, ela foi utilizada como espaço para a ressignificação e recriação de saberes de maneira coletiva, sem considerar as demarcações mentais que criamos em cada área do conhecimento científico.

Bizzo (2008, p. 17) afirma que “o ensino de ciências deve, sobretudo, proporcionar a todos os estudantes a oportunidade de desenvolver capacidades que neles despertem a inquietação diante do desconhecido [...]”. Com isso, no decorrer desta pesquisa, observou-se que a tradicional forma de ensinar e aprender já não suprem mais as necessidades das novas gerações.

Em virtude dos argumentos mencionados, atesta-se que a Divulgação Científica em Astrobiologia por meio de exposição de cunho itinerante como promotora do ensino interdisciplinar entre Biologia, Física e Química está em acordo com uma das estratégias perseguidas pela meta 3 da Política Estadual de Educação do Estado da Bahia (Lei Estadual nº. 13.559 de 11 de maio de 2016)<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> “O Ensino Médio seja espaço de ressignificação e recriação da cultura herdada, privilegiando o apoio e a troca de conhecimentos, para assegurar o bem-estar dos adolescentes e jovens.” (BAHIA, 2016).

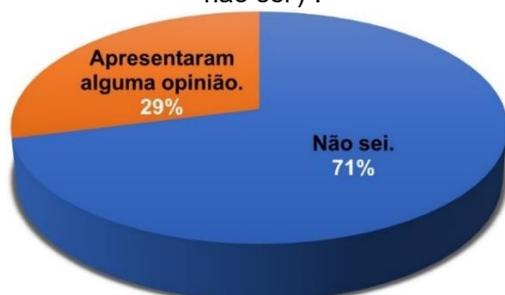
## 5.2 Resultados encontrados em “Formação dos elementos químicos por meio do nascimento e da morte de estrelas”

O conhecimento científico nos fez compreender que todo ser vivo é composto por elementos químicos. Carl Sagan, na série Cosmos, em 1980, costumava dizer que “somos poeira de estrelas”. Com isso, ele queria afirmar que nós e os demais seres vivos e não vivos somos constituídos por átomos, formados no interior das estrelas.

Diante da importância que essa temática possui para a nossa compreensão do Cosmos e da nossa existência, bem como para atender a competência específica II da BNCC, a seção *Formação dos elementos químicos por meio do nascimento e da morte de estrelas* promoveu o debate a respeito de que as pesquisas no campo da Astrobiologia vêm indicando que boa parte dos elementos químicos presentes no planeta Terra são provenientes de explosões de grandes corpos celestes, as estrelas, que naturalmente passam por um processo chamado de evolução estelar.

Para investigar os conhecimentos prévios que os estudantes tinham acerca do tema evolução estelar, perguntou-se: *O que você entende por Evolução Estelar? (Se não souber, responder ‘não sei’)*.

**Figura 35a** – (Pré-teste) Respostas da questão 14: “O que você entende por Evolução Estelar? (Se não souber, responder ‘não sei’).”



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 35b** – (Pós-teste) Respostas da questão 14: “O que você entende por Evolução Estelar? (Se não souber, responder ‘não sei’).”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar a Fig. 35a, verificou-se que 71% dos estudantes não detinham conhecimento sobre o processo de evolução estelar enquanto 29% apresentaram possuir noções básicas a respeito da temática em discussão. Após as mediações promovidas ao longo da exposição esse percentual decaiu para 19,4% (Fig. 35b).

Desconsiderando as respostas fornecidas como “não sei”, constatou-se, no pós-teste, que as respostas apresentadas pelos estudantes estão mais próximas da

explicação encontrada na literatura especializada a respeito da evolução estelar (Quadro 09).

**Quadro 09** – Entendimento apresentado pelos estudantes acerca da Evolução Estelar após as mediações durante a Exposição em Astrobiologia.

<b>RESPOSTAS DO PÓS-TESTE</b>
“Ciclo de vida das estrelas.” (E1, 2019).
“As etapas por qual passam as estrelas ao longo dos tempos.” (E2, 2019).
“As mudanças que uma estrela sofre durante a sua vida.” (E4, 2019).
“sequência de mudanças que passam as estrelas.” (E5, 2019).
“Fases de vida de uma estrela.” (E6, 2019).
“Evolução das estrelas.” (E7, 2019).
“É a evolução das estrelas. A nebulosa é o berçário de todas as estrelas e quando ela morre é chamada de anã branca.” (E8, 2019).
“é a fase do nascimento até a morte de uma estrela.” (E9, 2019).
“Evolução de uma estrela.” (E10, 2019).
“O processo do nascimento até a morte dela.” (E11, 2019).
“Desenvolvimento em outros sistemas.” (E12, 2019).
“Conjunto de mudanças que as estrelas passam ao longo de suas vidas.” (E13, 2019).
“A evolução de uma estrela.” (E14, 2019).
“as mudanças que acontecem em uma estrela durante sua existência por exemplo uma estrela virando uma estrela de nêutrons após uma supernova.” (E15, 2019).
“É todo o processo em que uma estrela passa por estágios até se tornar um buraco negro.” (E16, 2019).
“Evolução Estelar [sic] é as mudanças que as estrelas sofrem durante seu tempo de vida.” (E18, 2019).
“Processo evolutivo de uma estrela.” (E19, 2019).
“Pelo fato que a estrela vai se desenvolvendo de acordo com as mudanças da rotação dos planetas.” (E20, 2019).
“É o ciclo da vida da estrela, onde ela nasce cresce e depois morre.” (E22, 2019).
“Eu entendo que é uma mudança radical que uma estrela sofre durante seu tempo de vida.” (E23, 2019).
“Transformações das estrelas durante seu ciclo de vida.” (E25, 2019).
“Mudanças que ocorrem durante a vida de uma estrela.” (E27, 2019).
“São mudanças que uma estrela sofre durante a sua vida.” (E29, 2019).
“Entendo que é uma sequência de etapas que as estrelas passam ao longo de sua existência.” (E30, 2019).
“É uma metamorfose que a estrela sofre.” (E31, 2019).

Fonte: Elaborado pelo autor.

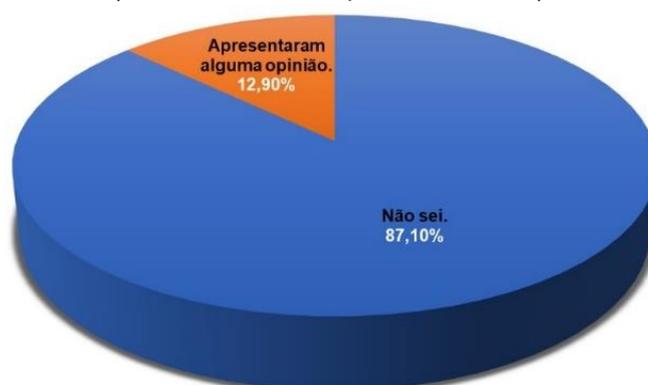
Atualmente, sabe-se que somos constituídos de pequeníssimas partículas, os átomos, bem como que um conjunto diverso de átomos formam as moléculas e, por sua vez, as células, as menores unidades vivas que compõem o corpo de um ser vivo (bactérias, fungos, animais, plantas etc.). Diante disso, é possível afirmar que a vida no planeta Terra só foi possível após a morte das estrelas, já que “os planetas se

formam a partir de um disco de poeira e gás que sobram durante a formação da estrela” (NOGUEIRA e CANELLE, 2009).

A morte das estrelas resulta em uma grande explosão, propagando pelo espaço sideral poeira estelar, composta por diversos elementos químicos, tais como Ferro, Hidrogênio, Oxigênio etc. A partir do momento que o nosso planeta foi se abastecendo desses elementos químicos, os primeiros compostos orgânicos foram sendo formados, e, em seguida, o aparecimento das primeiras formas de vida, originadas a partir da evolução química.

Na tentativa de averiguar os conhecimentos que os estudantes possuíam e os que foram adquiridos após as discussões sobre a evolução química da vida, uma nova questão foi introduzida: *O que diz a teoria da evolução química da vida? (Se não souber, responder ‘não sei’)*.

**Figura 36** – (Pré-teste) Respostas da questão 22: “O que diz a teoria da evolução química da vida? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No pré-teste, quando questionados sobre o que sabiam a respeito da evolução química da vida, apenas 12,9% (04 estudantes) do grupo amostral forneceram respostas diferentes de “não sei” (Fig. 36). Dentre as respostas fornecidas por esses estudantes, observou-se que dois estudantes (E15 e E29) expressaram, mesmo que corretamente, o conceito ao invés de explicar o que diz a teoria da evolução química da vida. Para o estudante E15 (2019), a evolução química da vida “[...] supõe que os compostos químicos orgânicos surgiram da junção de compostos inorgânicos, que formaram compostos orgânicos mais complexos como proteínas etc.”, enquanto isso, o estudante E29 (2019) afirmou que a evolução química da vida é um “processo de evolução, ou seja, inorgânicos e complexos”.

Os outros dois estudantes (E20 e E23) apresentaram respostas condizentes com a pergunta do pré-teste. O E20 (2019) respondeu que a teoria da evolução química da vida diz “[...] que os indivíduos evoluem [evoluíram] em um determinado tempo e através de uma cronologia mostra vários modos de vidas para resulta no que é hoje.”, enquanto o E23 (2019) compreende que esse tipo de evolução está relacionado com a noção de os “compostos orgânicos correspondentes aos aminoácidos, nucleotídeos e açúcares, fossem formados pela síntese abiótica, nas condições climáticas da Terra primitiva.”.

**Figura 37** – (Pós-teste) Respostas da questão 22: “O que diz a teoria da evolução química da vida? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando os dados expostos na Fig. 37 em relação ao da Fig. 36, as ações promovidas durante a exposição possibilitaram que 51,6% do grupo amostral apreendesse os conceitos e/ou ampliasse o seu conhecimento acerca da evolução química da vida, como é possível observar no Quadro 10, excetuando as respostas dos estudantes E4 e E11 que apresentaram erros conceituais a respeito da Evolução Química da vida.

**Quadro 10** – Apresentação do desempenho dos estudantes acerca da Evolução Química da Vida verificada no pós-teste.

(continua)

RESPOSTAS DA QUESTÃO 22 DO PÓS-TESTE
E1: “Que os seres vivos são produto de compostos químicos que se tornam complexos.”
E3: “Que a vida provém de compostos químicos que evoluíram até as primeiras formas de vida.”
E4: “Diz que através da evolução de compostos orgânicos se conseguiu o clima da Terra.”
E5: “que surgimos a partir de material orgânico.”
E6: “Que a vida se originou a partir do aumento da complexidade dos compostos químicos.”
E8: “Uma teoria que supõe que a vida na Terra deriva da evolução química das substâncias.”
E9: “Que a vida surgiu na terra primitiva através de reações químicas.”

**Quadro 10** – Apresentação do desempenho dos estudantes acerca da Evolução Química da Vida verificada no pós-teste.

(continuação)

<b>RESPOSTAS DA QUESTÃO 22 DO PÓS-TESTE</b>
<b>E10:</b> “Evolução dos processos químicos.”
<b>E11:</b> “Que os seres microscópio tenham evoluído com o passar do tempo.”
<b>E12:</b> “Diz que elementos químicos deram origem aos seres vivos.”
<b>E14:</b> “Teoria que defende a ideia de a vida derivou da evolução química.”
<b>E18:</b> “Uma evolução química teria feito com que os compostos orgânicos fossem formados pela síntese abiótica, nas condições climáticas da Terra primitiva.”
<b>E19:</b> “Diz que a vida só surgiu por conta da evolução de compostos inorgânicos, orgânicos até as primeiras células.”
<b>E21:</b> “Evolutividade dos seres quimicamente.”
<b>E24:</b> “A evolução química diz que os compostos orgânicos foram formados na terra primitiva.”
<b>E27:</b> “É a transformação da terra e dos seres que nela habitam.”
<b>E31:</b> “Os seres vivos surgiram da evolução dos compostos químicos.”

Fonte: Elaborado pelo autor.

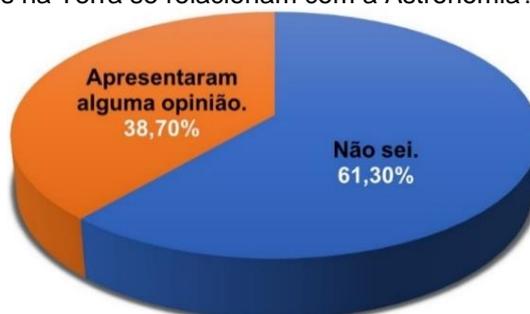
Tendo em vista os resultados observados nesta seção temática da exposição, é-se levado a acreditar que após apresentar os exemplos cotidianos aos assuntos trabalhados em sala de aula, os estudantes conseguiram por meio de ancoragens<sup>14</sup>, compreender e unir os seus conhecimentos prévios com os novos conhecimentos adquiridos nas aulas. Novas informações quando não passam pelo campo das concepções prévias do sujeito, poderá fomentar um aprendizado mecânico ao invés de uma aprendizagem significativa, inviabilizando a mobilização de conceitos, atitudes e habilidades do aprendiz.

### **5.3 Resultados encontrados em “Origem e evolução dos seres vivos na terra”**

As buscas pela compreensão acerca da origem e evolução dos seres vivos na Terra necessita do desenvolvimento de investigações interdisciplinares, haja vista que dependemos dos conhecimentos científicos de áreas distintas em prol da ampliação do nosso entendimento em torno do fenômeno da vida não só na perspectiva biológica, como também da química, física, astronômica, geológica etc.

<sup>14</sup>Termo presente na teoria de David Ausubel “para o qual o conhecimento parte de uma fonte pré-existente, aprimorando ou acrescentando informações novas a um saber cotidiano.” (AUSUBEL, 1980).

**Figura 38** – (Pré-teste) Respostas da questão 05: “De que forma a origem e a evolução dos seres vivos na Terra se relacionam com a Astronomia? [...]”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando que os estudos a respeito da origem e evolução da vida não serem restritos aos biólogos, durante o pré-teste, os estudantes responderam ao seguinte questionamento: *De que forma a origem e evolução dos seres vivos na Terra se relacionam com a Astronomia?*

A partir da análise da Fig. 38 (pré-teste), percebeu-se que 61,30% dos estudantes não souberam responder ao questionamento realizado, enquanto 6,40% dos 38,70% dos estudantes que registraram uma resposta diferente de “não sei” nos forneceram respostas consideradas insatisfatórias, tais como: “Pois muitos acreditam que tem haver isso” – (E3, 2019); “Relacionam com a evolução de seus familiares, como a identificação de linguagens , comportamentos e desenvolvimento de traços pelos seus familiares” – (E29, 2019).

**Figura 39** – (Pós-teste) Respostas da questão 05: “De que forma a origem e a evolução dos seres vivos na Terra se relacionam com a Astronomia? [...]”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao compararmos as respostas obtidas no pré-teste (Fig. 38) com as do pós-teste (Fig. 39), percebemos que houve uma redução de 22,6% de estudantes que antes não possuíam uma opinião a respeito da relação entre a origem e a evolução dos seres vivos na Terra com a Astronomia. No Quadro 11, é possível verificarmos a

qualidade de algumas respostas apresentadas na questão 05 pelos estudantes acerca da origem e evolução dos seres vivos.

**Quadro 11** – Apresentação do desempenho dos estudantes acerca da relação entre a origem e a evolução dos seres vivos na Terra com a Astronomia – questão 05.

<b>RESPOSTAS DA QUESTÃO 05 DO PÓS-TESTE</b>
<b>E2:</b> “Existência de uma estrela o Sol.”
<b>E3:</b> “Pois muitos acreditam que tem a ver isso.”
<b>E4:</b> “Por ela buscar essas respostas de como tudo aconteceu e continua acontecendo.”
<b>E6:</b> “Elas estão envolvidas no universo.”
<b>E11:</b> “Acredita-se que tudo que tem na terra veio do espaço.”
<b>E17:</b> “A criação do universo e dos elementos que compõem os seres vivos.”
<b>E20:</b> “Na forma em que os seres vivos e o planeta evoluem ao longo do tempo e acabam descobrindo formas de entender o mundo que resulta em teorias.”
<b>E24:</b> “Quase todos os seres vivos dependem da luz do sol para sobreviver.”
<b>E25:</b> “A astronomia estuda também o universo, sendo assim os seres vivos estão dentro do universo, fazendo com que esse estudo inclua origem e a evolução dos seres vivos.”
<b>E31:</b> “Pode-se usar por exemplo o Sol, que auxilia os seres autótrofos na nutrição, e nós como fonte de vida através da luz que possibilita a fotossíntese. Além disso a Via Láctea (galáxia) que é o local em que o nosso planeta está contido. Sem ela é impossível a vida.”

Fonte: Elaborado pelo autor.

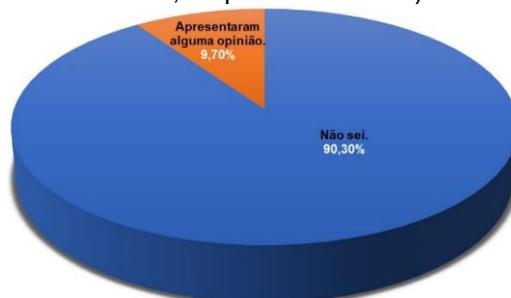
O Quadro 11 apresenta o desempenho alcançado por 6,4% dos estudantes que, no pré-teste, haviam fornecido uma justificativa insatisfatória à questão 05, somados com os 22,6% dos estudantes que representam o grupo que forneceram uma resposta diferente de “não sei” durante o pós-teste, totalizando 29% dos indivíduos que após as intervenções realizadas, desenvolveram um pensamento crítico e reflexivo acerca da relação entre a origem e a evolução dos seres vivos na Terra com a Astronomia.

Atualmente, os cientistas vêm estudando e tentando compreender a constituição morfofisiológica de organismos que habitam ambientes cujas condições físico-químicas são extremas, não sendo favoráveis à sobrevivência da maioria dos seres vivos que conhecemos e fazem parte de nosso dia a dia. Esses organismos são denominados de seres extremófilos. Sobre esse assunto, os estudantes foram questionados, tanto no pré-teste quanto no pós-teste, a respeito do que para eles seriam esses seres extremófilos.

Analisando os dados obtidos no pré-teste (Fig. 40), observou-se que 90,3% dos estudantes não souberam responder ao questionamento, enquanto que 9,7% dos estudantes apresentaram alguma opinião, afirmando que os extremófilos são: “[...]”

seres capazes de sobreviver em ambientes impossíveis para outros seres como aqueles que habitam próximos a vulcões subaquáticos aqui na Terra.” (E12); “seres com capacidades de sobreviver em condições extremas como no vácuo do espaço, no ponto mais fundo e inóspito o oceano ou em áreas com temperaturas incrivelmente altas como em vulcões.” (E15); “[...] organismo que consegue sobreviver ou até necessita fisicamente de condições geoquímicas extremas.” (E23).

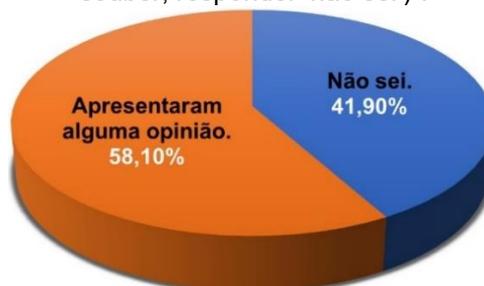
**Figura 40** – (Pré-teste) Respostas da questão 20: “Para você, o que são seres extremófilos? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os dados contidos nas Fig. 40 e 41, percebe-se que após a intervenção desenvolvida durante a exposição, o percentual de estudantes que forneceram, no pós-teste, uma resposta diferente de “não sei” decresceu em 48,4% em relação ao pré-teste.

**Figura 41** – (Pós-teste) Respostas da questão 20: “Para você, o que são seres extremófilos? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para expor e avaliar o desempenho satisfatório apresentado pelos estudantes, criou-se o Quadro 12, contendo as respostas que esses sujeitos disponibilizaram durante o pós-teste, excetuando as respostas dos estudantes E12, E15 e E23 que, no pré-teste, conceituaram os seres extremófilos de forma condizente ao que é discutido na literatura especializada atualmente.

**Quadro 12** – Respostas referentes a questão 20 do pós-teste dos estudantes que apresentaram um conceito formado a respeito do que são seres extremófilos.

“Seres que habitam ambientes extremos.” (E1, 2019).
“Organismos que vivem em locais cujas condições são extremas à vida.” (E2, 2019).
“Aqueles que necessitam de locais extremos para sobreviver.” (E4, 2019).
“seres que sobrevivem em condições extremas como calor extremo ou frio extremo.” (E9, 2019).
“Seres que consegue sobreviver em condições difíceis.” (E11, 2019).
“seres que vivem em condições extremas, que nos não suportaríamos. ex: muito quente.” (E16, 2019).
“É o organismo que consegue sobreviver ou até necessita fisicamente de condições geoquímicas extremas, prejudiciais à maioria das outras formas de vida na Terra.” (E18, 2019).
“Seres não existentes.” (E21, 2019).
“Seres que habitam locais onde as condições ambientais são extremas.” (E24, 2019).
“Seres que vivem em locais cujas temperaturas, pH, concentração de sais etc. são extremas.” (E25, 2019).
“Organismos que resistem as mais extremas condições ambientais.” (E27, 2019).
“Seres que podem viver ambientais muito quentes, frios, com muito sal, pH muito baixo etc.” (E28, 2019).
“São organismos que são capazes de viver em temperaturas muito alta e muito baixa.” (E29, 2019).
“Seres vivos que vive em locais em que a maioria dos seres vivos não suportariam.” (E30, 2019).
“Seres vivos que suportam as condições ambientais extremas.” (E31, 2019).

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do Quadro 12, é possível afirmar que apenas a resposta fornecida pelo estudante E21 não condiz com os atuais resultados divulgados no meio acadêmico, pois já se tem catalogado algumas espécies de organismos extremófilos que foram encontrados em ambientes extremos do planeta Terra, tais como fontes termais, meio halófilo etc.

**Figura 42a** – (Pré-teste) Respostas da questão 21: “Qual a importância dos extremófilos para a Astrobiologia? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’).”



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 42b** – (Pós-teste) Respostas da questão 21: “Qual a importância dos extremófilos para a Astrobiologia? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’).”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda sobre os extremófilos, realizou-se outro questionamento aos estudantes. Dessa vez, eles foram questionados a respeito da importância dos extremófilos para a Astrobiologia. A partir dos dados coletados, verificou-se que 96,8% dos estudantes (Fig. 42a) informaram não possuir conhecimento a respeito da questão: *Qual a importância dos extremófilos para a Astrobiologia? Comente. (Se não souber, responder 'não sei')*.

Em um segundo momento, após as discussões promovidas ao longo da construção e execução das atividades da exposição, verificou-se que de 96,8% (Fig. 42a) que responderam “não sei”, no pós-teste (Fig. 42b), apenas 12,9% (dos 16,1%, subtraiu-se 3,2% referente ao pré-teste) dos estudantes conseguiram fornecer alguma resposta a respeito da importância que os extremófilos apresentam para os estudos astrobiológicos. Dentre as respostas fornecidas pelos estudantes que, no pós-teste, buscaram explicar a importância que os conhecimentos sobre os extremófilos têm para a Astrobiologia apenas duas (9,6%) das cinco (16,1%) argumentações podem ser consideradas claras e bem pertinentes.

Entre as argumentações, temos o E15 (2019) que considerou que “os extremófilos mostram as condições mais extremas onde pode existir vida; o E23 (2019) afirmou que o conhecimento acerca dos extremófilos nos “mostra quais os limites que a vida pode suportar em termos de temperatura, pressão, ph, salinidade, e radiação por exemplo, e; o E11 (2019) que argumentou que os estudos sobre os extremófilos visam “descobrir como eles conseguem sobreviver”, o que nos permite ampliar a lista dos planetas que têm condições de abrigar a vida.

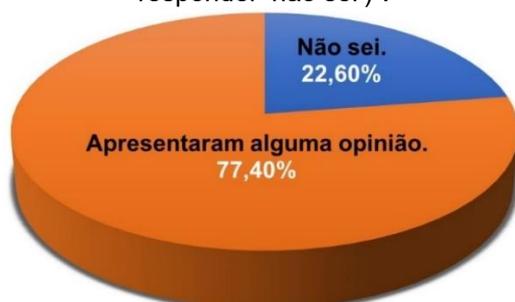
As demais explicações apresentaram falhas no quesito clareza da argumentação, mas foi possível perceber que quando o E12 (2019) diz: “se eles podem, outro tbm [também] pode em outro planeta.”, ele está querendo esclarecer que se um dado ser vivo pode habitar determinado ambiente cujos fatores abióticos são extremos, há possibilidade de haver seres vivos habitando planetas em condições extremas também, a mesma consideração pode ser estendida ao E16 (2019), que apresentou o seguinte argumento: “a comprovação de que há formas de vida diferentes da humana.”.

#### 5.4 Resultados encontrados em “Planetas e satélites em zonas habitáveis, dentro e fora do Sistema Solar”

As descobertas de planetas e satélites naturais em zonas habitáveis, dentro e fora do sistema solar vêm suscitando muitas curiosidades e suposições a respeito da vida para além do planeta Terra. No ambiente escolar, tais curiosidades e suposições ecoam na mente de crianças e adolescentes. Em vista disso, a exposição de cunho itinerante propôs-se a trazer essa discussão.

Para investigar as informações trazidas pelos estudantes a respeito da zona de habitabilidade, fez-se o seguinte questionamento: *O que você entende por zona habitável? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’)*.

**Figura 43a** – (Pré-teste) Respostas da questão 06: “O que você entende por zona habitável? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 43b** – (Pós-teste) Respostas da questão 06: “O que você entende por zona habitável? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Obtivemos como resultado que 22,6% dos estudantes não possuíam ou não souberam responder à pergunta sobre o que eles entendiam acerca das zonas habitáveis (Fig. 43a). Ao realizar uma breve comparação dos dados obtidos no pré e pós-teste, observou-se que apenas 6,5% dos 22,6% conseguiram desenvolver um conceito a respeito da zona de habitabilidade.

Uma outra questão presente tanto no pré-teste quanto no pós-teste relacionado com a temática da habitabilidade foi: *O que você entende por planetas e/ou satélites habitáveis? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’)*.

Em um primeiro momento (pré-teste), percebeu-se que 45,2% dos estudantes não sabiam responder ao questionamento relacionado aos planetas e satélites naturais em condição de habitabilidade. Em momento posterior (pós-teste), verificou-se que houve uma redução de 25,8% em relação ao percentual de estudantes que

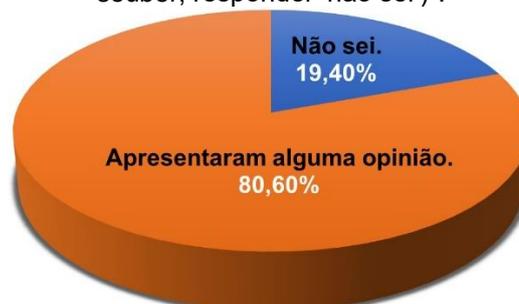
não souberam responder à questão 07 durante a aplicação do pré-teste (Fig. 44a e 44b).

**Figura 44a** – (Pré-teste) Respostas da questão 07: “O que você entende por planetas e/ou satélites habitáveis? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 44b** – (Pós-teste) Respostas da questão 07: “O que você entende por planetas e/ou satélites habitáveis? Comente. (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quais fatores devem ser considerados na busca por vida em outros astros (planetas e/ou satélites naturais) foi a pergunta 17 que compôs o pré e pós-teste desta pesquisa (Fig. 45a e 45b). Essa pergunta objetivou verificar o grau de conhecimento que os estudantes apresentavam antes e após à exposição acerca dos fatores responsáveis pela vida em nosso planeta e, possivelmente, noutros planetas e/ou satélites naturais. Caso não soubessem, eles deveriam responder “não sei”, assim como fizeram em todas as questões dos testes.

**Figura 45a** – (Pré-teste) Respostas da questão 17: “Quais fatores devem ser considerados na busca por vida em outros astros (planetas e/ou satélites naturais)? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 45b** – (Pós-teste) Respostas da questão 17: “Quais fatores devem ser considerados na busca por vida em outros astros (planetas e/ou satélites naturais)? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar os dados do pré-teste, constatou-se que 71% dos estudantes não souberam responder ao questionamento 17 (Fig. 45a). Comparando este resultado

com os dados obtidos no pós-teste (Fig. 45b), verifica-se que não houve mudança significativa em relação ao aprendizado dos fatores que são considerados necessários para a investigação de sistemas biológicos em outros astros.

A última pergunta realizada, também esteve relacionada com a temática da zona de habitabilidade. Desta vez, perguntou-se: *Em sua opinião, como deveria ser o planeta mais propício para investigarmos a possibilidade de existência de vida? (Se não souber, responder 'não sei')*. Diante de tal questionamento, verificamos na Fig. 46a que 87,1% dos estudantes não souberam responder à questão 18.

**Figura 46a** – (Pré-teste) Respostas da questão 18: “Em sua opinião, como deveria ser o planeta mais propício para investigarmos a possibilidade de existência de vida? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 46b** – (Pós-teste) Respostas da questão 18: “Em sua opinião, como deveria ser o planeta mais propício para investigarmos a possibilidade de existência de vida? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao confrontar os dados do pré-teste com os dados apresentados na Fig. 46b do pós-teste, constatou-se que apesar da intervenção da exposição, 32,3% dos estudantes não possuíam opinião a respeito de como deveria ser o planeta mais propício às investigações sobre a possibilidade de existência de vida tal como conhecemos no planeta Terra. No pós-teste, ainda é possível constar que houve uma redução de 54,8% dos estudantes que forneceram alguma resposta diferente de “não sei” em relação ao pré-teste.

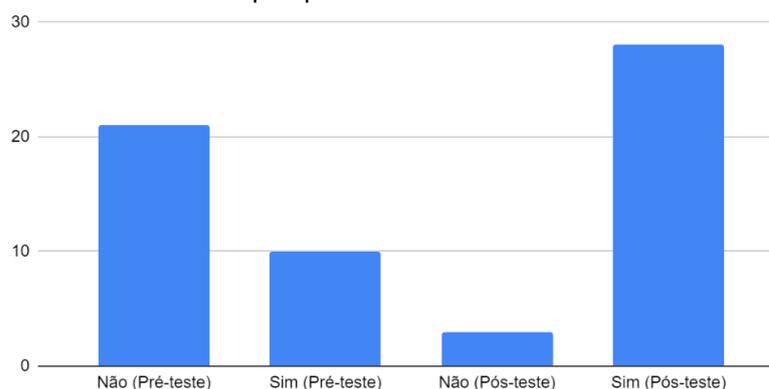
A partir da análise dos resultados desta seção temática, verificamos que a contextualização é muito importante para um processo de ensino e aprendizagem efetivo no campo das Ciências Naturais, fazendo-nos refletir que se esse processo for realizado de maneira fragmentada, não serão contemplados a visão de uma natureza dinâmica e articulada com a realidade.

## 5.5 Resultados encontrados em “Biosfera da Terra primitiva e atual”

Quando se discutiu o conceito de seres vivos e as condições ambientais favoráveis à manutenção dos mesmos por meio de documentários científicos<sup>15</sup> e da seção *Biosfera da Terra primitiva e atual*, os estudantes conseguiram compreender as condições próprias da Terra que a torna o único planeta, até então, com vida no Sistema Solar, trazendo para a discussão a questão da célula como a unidade básica da biodiversidade existente em nosso planeta.

Para avaliar as ações que seriam desenvolvidas na exposição acerca da *Biosfera da Terra primitiva e atual*, os estudantes foram submetidos à resolução de 05 questões relacionadas à temática. A questão 08, por exemplo, indagou: *Você sabe o que foi a Terra primitiva na perspectiva científica?* (Fig. 47).

**Figura 47** – (Pré e pós-teste) Respostas da questão 08: “Você sabe o que foi a Terra primitiva na perspectiva científica?”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No pré-teste, identificou-se que dos 31 estudantes voluntários, 10 estudantes (32,8%) responderam saber o que foi a Terra primitiva na perspectiva científica. Após as ações desenvolvidas antes e no decorrer da exposição, dos 21 estudantes (67,2%) que desconheciam o que foi a Terra primitiva na perspectiva científica, só 2 estudantes (6,4%) afirmaram não saber.

<sup>15</sup>Documentários encontrados no *Youtube*: As origens da vida (*History Channel*), disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hvmyQFs2ink&t=1924s>; Início da vida na Terra (*Discovery Science*), disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LyEBT6IISS8&t=160s>; A origem do planeta Terra (*National Geographic*), disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dgJOMTRIBmst=643s>.

Na sequência, os estudantes foram indagados sobre a seguinte questão: *O que você sabe a respeito da Terra primitiva? (Se não souber, responder 'não sei')*. Com essa questão, pôde-se verificar com o pré-teste (Fig. 48) que 74,2% dos estudantes não souberam apresentar uma resposta.

**Figura 48** – (Pré-teste) Respostas da questão 09: “O que você sabe a respeito da Terra primitiva? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em vista da semelhança entre os conteúdos das questões 08 e 09 do pré-teste, observou-se que os estudantes quando foram indagados na questão 08 (questão objetiva – sim ou não) se sabiam o que foi a Terra primitiva na perspectiva científica, 67,2% deles apresentaram desconhecimento acerca do tema, entretanto, quando perguntou-se na questão 09 (questão discursiva) sobre o que eles sabiam a respeito da Terra primitiva, o percentual de desconhecimento aumentou em 7%.

Após a aplicação do pós-teste, constatou-se que houve um decréscimo de 29% de estudantes que não sabiam discorrer acerca da Terra primitiva, porém, ao confrontar os dados obtidos com as questões 08 e 09, no pós-teste, verifica-se uma discrepância entre os dados.

**Figura 49** – (Pós-teste) Respostas da questão 09: “O que você sabe a respeito da Terra primitiva? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na questão 08, observou-se que 6,4% dos estudantes afirmaram desconhecer o que foi a Terra primitiva na perspectiva científica, enquanto na questão 09, 45,2% dos estudantes forneceram como resposta o termo “não sei” para apontar não saber responder sobre a respeito da Terra primitiva.

Em outra questão: *De que forma entendimento sobre o funcionamento dos ecossistemas terrestres pode ajudar na busca de vida fora da Terra?*, os estudantes precisaram demonstrar os seus conhecimentos prévios acerca de sua percepção em torno do funcionamento dos ecossistemas terrestres como ferramenta para nos ajudar na busca de vida fora do planeta Terra. Por meio do pré-teste, ficou demonstrado que apenas 29% dos estudantes apresentavam algum entendimento a respeito da questão 13 (Fig. 50a).

**Figura 50a** – (Pré-teste) Respostas da questão 13: “De que forma entendimento sobre o funcionamento dos ecossistemas terrestres pode ajudar na busca de vida fora da Terra?”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 50b** – (Pós-teste) Respostas da questão 13: “De que forma entendimento sobre o funcionamento dos ecossistemas terrestres pode ajudar na busca de vida fora da Terra?”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após as intervenções, percebeu-se um aumento de 48,4% de estudantes que apresentaram algum entendimento sobre o funcionamento dos ecossistemas terrestres e de como o conhecimento a respeito desse funcionamento pode nos ajudar na busca de vida fora da Terra.

Ao estudarmos as teorias que discorrem sobre a biosfera da Terra primitiva e realizarmos comparações com a biosfera da Terra atual, temos a oportunidade de entendermos quais as condições ambientais que favoreceram e continuam favorecendo a existência de vida em nosso planeta. Diante da tamanha importância que esses estudos têm para a Astrobiologia, discussões foram promovidas com os estudantes para que eles compreendessem a complexidade do fenômeno da vida. No pré e pós-teste, os estudantes foram provocados a responderem a seguinte questão:

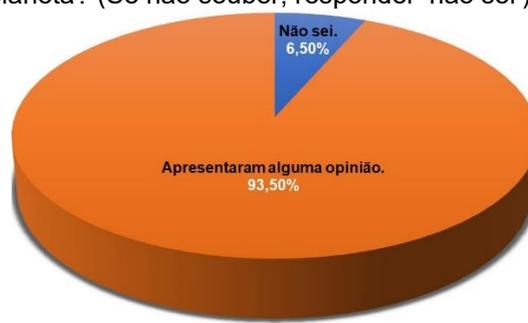
*Quais as condições ambientais que favorecem a existência de vida em nosso planeta? (Se não souber, responder 'não sei').*

**Figura 51a** – (Pré-teste) Respostas da questão 16: “Quais as condições ambientais que favorecem a existência de vida em nosso planeta? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 51b** – (Pós-teste) Respostas da questão 16: “Quais as condições ambientais que favorecem a existência de vida em nosso planeta? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No pré-teste, 54,8% dos estudantes indicaram saber quais as condições ambientais favorecem a existência de vida em nosso planeta, enquanto no pós-teste o percentual foi elevado para 93,5%, como é possível verificar ao comparar as Fig. 51a e 51b.

A última questão aplicada para investigar os conhecimentos sobre a Biosfera da Terra primitiva e atual constituiu-se da seguinte indagação: *Por que precisamos entender o funcionamento da vida na Terra antes de buscarmos por possíveis formas de vida em outros planetas (dentro ou fora do Sistema Solar)? (Se não souber, responder ‘não sei’).*

**Figura 52a** – (Pré-teste) Respostas da questão 19: “Por que precisamos entender o funcionamento da vida na Terra antes de buscarmos por possíveis formas de vida em outros planetas (dentro ou fora do Sistema Solar)? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 52b** – (Pós-teste) Respostas da questão 19: “Por que precisamos entender o funcionamento da vida na Terra antes de buscarmos por possíveis formas de vida em outros planetas (dentro ou fora do Sistema Solar)? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O pré-teste (Fig. 52a) evidenciou que 41,9% do grupo amostral forneceu uma explicação diferente de “não sei” a respeito do porquê precisarmos entender o funcionamento da vida na Terra antes de buscarmos por possíveis formas de vida em outros planetas e/ou satélites naturais, estejam eles localizados fora ou dentro do Sistema Solar. No pós-teste (Fig. 52b), constatou-se o aumento percentual de 12,9% desse grupo amostral.

Com essa discussão, os estudantes perceberam que quando se pretende encontrar vestígios de vida extraterrestre, busca-se, inicialmente, por estruturas celulares, pois a célula é o menor componente de um ser vivo.

## **5.6 Resultados encontrados em “Sol, uma estrela essencial à vida na Terra: o fluxo de energia e matéria ao longo das cadeias alimentares”**

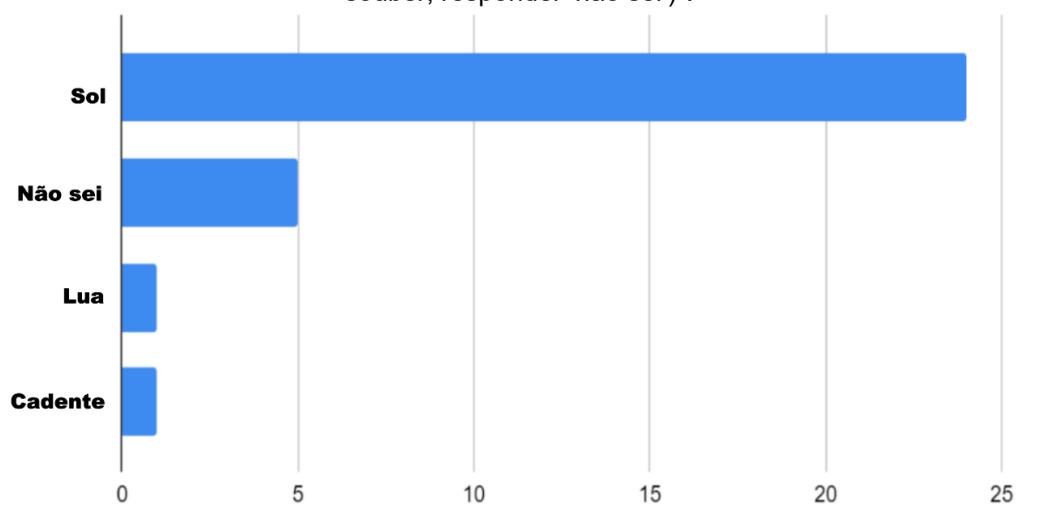
Em essência, somos um amontoado de átomos, reagindo constantemente com outros átomos. Nessa perspectiva, faz-se necessário realizarmos a reposição desses átomos por meio da alimentação. O esqueleto dos animais precisa dos íons Cálcio e Fósforo para se formar, os músculos também precisam do íon Cálcio para se contraírem, o sistema nervoso necessita dos íons Sódio e Potássio para as sinapses, o sistema digestório produz avidamente HCl (ácido clorídrico) para digerir os alimentos que comemos... Enfim, é perceptível que em cada órgão ou sistema de nosso corpo e dos demais seres vivos, átomos são requeridos para manter o pleno desenvolvimento e manutenção do organismo.

O que isso tem a ver com o Sol? Tudo! O Sol é uma estrela. Toda estrela queima Hidrogênio ao longo de sua evolução estelar. Quando “morrem”, as estrelas liberam diversos elementos químicos produzidos ao longo de seu ciclo de vida estelar. Com base nisso, acredita-se que os elementos químicos presentes na Terra vieram de estrelas que morreram e acabaram abastecendo o nosso planeta.

Considerando que tais informações não são de conhecimento geral, no pré-teste, os estudantes foram conduzidos a responder a seguinte questão: *Qual a estrela mais próxima da Terra? (Se não souber, responder ‘não sei’)*. Por meio desse questionamento, verificou-se que 24 dos 31 estudantes indicaram ser o Sol a estrela mais próxima do planeta Terra (Fig. 53). Cinco estudantes informaram não saber, um

estudante citou a Lua e outro estudante afirmou ser a cadente (em referência às “estrelas cadentes”) a estrela mais próxima da Terra.

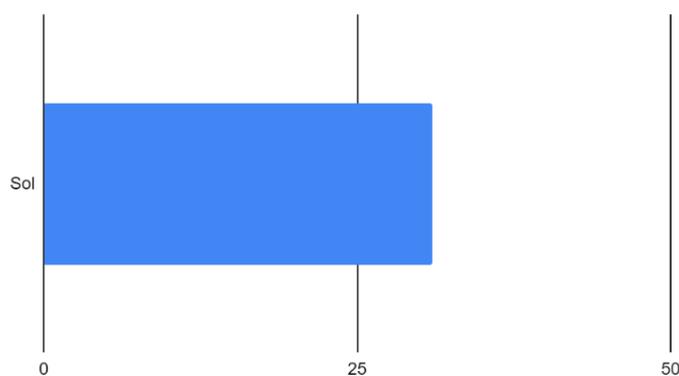
**Figura 53 – (Pré-teste)** Respostas da questão 10: “Qual a estrela mais próxima da Terra? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No pós-teste foi verificado que 100% dos estudantes compreenderam que a estrela mais próxima da Terra é o Sol, como é possível observar na Fig. 54. Eles perceberam que por meio das reações de fusão termonuclear que ocorrem no interior do Sol, nos é fornecido luz para a ocorrência do fenômeno da fotossíntese e calor para a manutenção dos processos metabólicos.

**Figura 54 – (Pós-teste)** Respostas da questão 10: “Qual a estrela mais próxima da Terra? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.

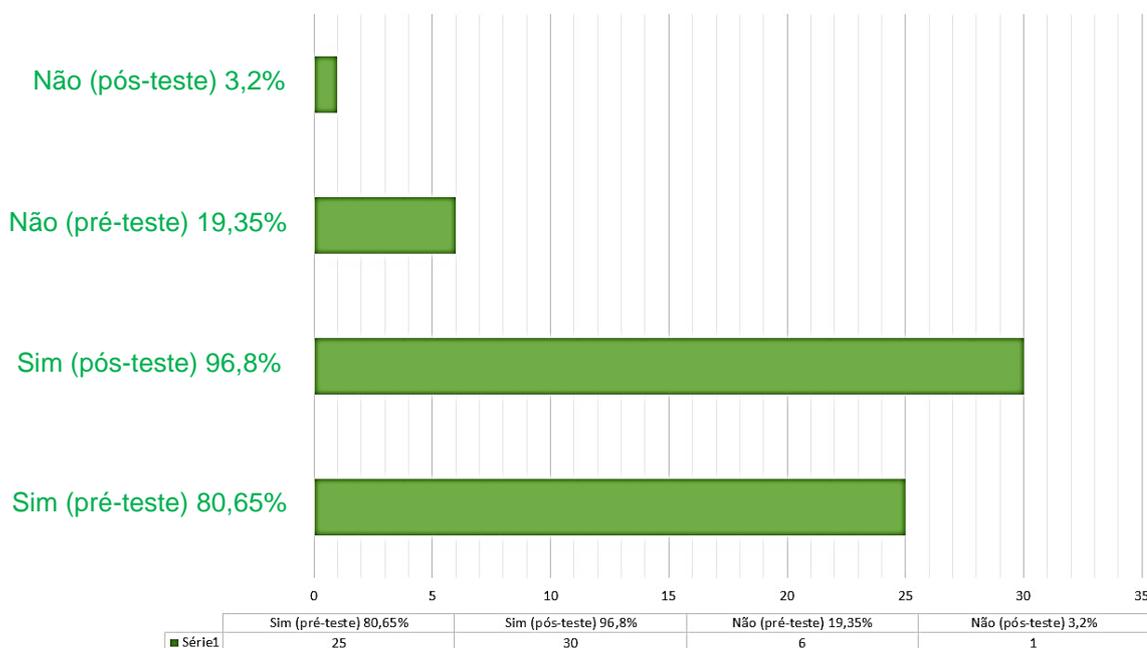


Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando a importância da existência do Sol para a perpetuação da vida em nosso planeta, elaborou-se a pergunta: *O Sol é um corpo celeste finito?* Com essa

pergunta, objetivou-se investigar se os estudantes possuíam conhecimento sobre a finitude do Sol e do processo de evolução por qual passam todas as estrelas.

**Figura 55** – Comparação das respostas da questão 15 “O Sol é um corpo celeste finito?”, do pré e pós-teste.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando a Fig. 55, é possível perceber que, inicialmente, 19,35% dos estudantes desconheciam a finitude do Sol, bem como das demais estrelas, considerando que o processo de evolução estelar é comum a todas. Ao fim das intervenções realizadas, pôde-se verificar que a exposição demonstrou a 16,15% dos 19,35 estudantes que o Sol, assim como qualquer outra estrela, possui um ciclo de “vida”. E, assim como ocorre no ciclo de vida dos organismos celulares, as estrelas também “morrem”, após percorrerem o processo de evolução estelar.

É essencial que os estudantes ampliem os seus conhecimentos a respeito da estrela mais próxima e importante para nós e aos demais seres vivos, que direta ou indiretamente depende da existência do Sol para a sua sobrevivência.

Em vista disso, perguntou-se: *Por que o Sol é essencial à vida na Terra? (Se não souber, responder ‘não sei’)*. No pré-teste, observou-se que 12,9% (Fig. 56a) dos estudantes afirmaram não saber responder ao questionamento realizado. Ao verificar o pós-teste (Fig. 56b), percebeu-se que 96,8% dos estudantes apresentaram alguma resposta diferente de “não sei”.

**Figura 56a** – (Pré-teste) Respostas da questão 11: “Por que o Sol é essencial à vida na Terra? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 56b** – (Pós-teste) Respostas da questão 11: “Por que o Sol é essencial à vida na Terra? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os seres autotróficos são sistemas biológicos que conseguem produzir a sua própria fonte alimentar. Nesse grupo de seres vivos, encontramos os seres quimiossintetizantes e os fotossintetizantes. Esse último foi o nosso interesse neste estudo, haja vista que eles realizam a fotossíntese, processo que, em linhas gerais, envolve a conversão da energia eletromagnética (luminosa ou solar) em energia química (moléculas de glicose).

O Sol é essencial para a realização da fotossíntese, pois fornece a luz solar, um dos principais fatores para a síntese de moléculas orgânicas, que sustentará o fluxo de energia das cadeias alimentares. Diante de tamanha importância, os estudantes foram questionados acerca de: *Qual processo permite a planta converter energia eletromagnética em energia química? (Se não souber, responder ‘não sei’)*.

**Figura 57a** – (Pré-teste) Respostas da questão 12: “Qual processo permite a planta converter energia eletromagnética em energia química? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 57b** – (Pós-teste) Respostas da questão 12: “Qual processo permite a planta converter energia eletromagnética em energia química? (Se não souber, responder ‘não sei’)”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando a Fig. 57a, é possível observar que 61,3% dos estudantes desconhecem que a fotossíntese é o processo que permite a planta converter energia eletromagnética em energia química, presente nas moléculas de glicose.

Comparando os dados do pré-teste e do pós-teste, verifica-se que 22,6% dos 61,3% dos estudantes que desconheciam o processo de fotossíntese, aprenderam que por meio da fotossíntese a energia eletromagnética (luz solar) pode ser convertida em energia química, presente nos sistemas biológicos.

### 5.7 Resultados encontrados em “Perspectivas sobre o futuro da vida na Terra”

A escola como uma instituição socialmente privilegiada, deve assumir o protagonismo na implementação de projetos que visem à formação de uma consciência coletiva na comunidade escolar, visto que os estudantes são o futuro do planeta. E, quando observamos que os seres humanos vêm explorando os recursos naturais da Terra de maneira irracional, é possível considerar que a existência dos seres vivos, no futuro, seja insustentável, ainda mais em uma sociedade cujas necessidades são ilimitadas diante de recursos naturais limitados.

Em vista disso, o presente estudo investigou quais as perspectivas que os estudantes apresentavam acerca do futuro da vida na Terra. Para isso, eles tiveram que responder a seguinte questão: *Em sua opinião, qual deve ser o futuro da vida na Terra diante do uso indiscriminado dos recursos naturais?*

**Figura 58** – (Pré-teste) Respostas da questão 23: “Em sua opinião, qual deve ser o futuro da vida na Terra diante do uso indiscriminado dos recursos naturais?”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As análises das respostas fornecidas no pré-teste indicaram que antes das ações do projeto de pesquisa 43,8% dos estudantes não possuíam opinião formada a respeito do provável futuro da vida na Terra diante do uso indiscriminado dos recursos naturais (Fig. 58).

Os estudantes que forneceram alguma resposta ao questionamento têm uma concepção fatalista acerca do futuro da vida na Terra, relatando que haverá: “extinção das espécies em um futuro próximo” (E4, 2019), “desequilíbrio e desgastado” (E5, 2019), “um futuro ruim e prejudicial” (E6, 2019), “esgotada” (E7, 2019), “a falta de recursos e o caos” (E11, 2019), “não vai ter mais vida” (E12, 2019), “um futuro sem vida, sem cores e resultando em um planeta sem ser vivo” (E20, 2019) etc.

**Figura 59** – (Pós-teste) Respostas da questão 23: “Em sua opinião, qual deve ser o futuro da vida na Terra diante do uso indiscriminado dos recursos naturais?”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir das atividades desenvolvidas no decorrer do projeto, bem como das discussões promovidas, a porcentagem de estudantes que não sabiam opinar decaiu para 6,5% do grupo amostral (Fig. 59). A partir das comparações entre as respostas dos estudantes que responderam “não sei” no pré-teste com as respostas obtidas no pós-teste (Quadro 13) sobre: *Em sua opinião, qual deve ser o futuro da vida na Terra diante do uso indiscriminado dos recursos naturais?*, observou-se que, de fato, as nações precisam se desenvolver, porém, levando em consideração o meio ambiente, seus recursos naturais e quem deles necessitam para sobreviver.

**Quadro 13** – Verificação da aprendizagem adquirida após o pós-teste pelos estudantes que não souberam opinar ao questionamento 23 durante o pré-teste.

(continua)

ESTUDANTES	RESPOSTAS DO PÓS-TESTE
E2	Não sei.
E3	Escasso, sem alimentos.
E9	Na Terra irá ter escassez de água e de alimento que impossibilitará a vida humana.
E14	Nos leva à morte
E15	Escassez dos recursos e conseqüente colapso da humanidade; tentativa vã e desesperada de recuperar a arte que a natureza demorou milênios para construir e, quando finalmente não houver nenhum humano, a natureza se reconstruirá, a seu próprio tempo, limpando os resquícios do que um dia foi o topo da cadeia alimentar.

**Quadro 13** – Verificação da aprendizagem adquirida após o pós-teste pelos estudantes que não souberam opinar ao questionamento 23 durante o pré-teste.

(continuação)

ESTUDANTES	RESPOSTAS DO PÓS-TESTE
E17	Uma morte horrível!
E19	Os seres vivos vão acabar se extinguindo se os seres humanos não mudarem seus hábitos.
E20	Morte.
E23	Uma provável extinção da raça humana.
E24	Nesses recursos naturais não estão incluídos apenas petróleo, gás natural ou carvão.
E26	Falta de água potável.
E27	Haverá extinção em massa em todos os ecossistemas.
E32	A vida sem condições favoráveis, de maneira agonizante e consumada.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da observação dos aspectos analisados nesta seção da exposição foi imprescindível que os estudantes do CIEAC se conscientizassem de que os conhecimentos das Ciências Naturais estão presentes em seu dia a dia. Além disso, perceber que ao empoderar-se desse conhecimento científico, eles poderiam utilizá-los como chave para a solução de muitos problemas socioambientais que impactam direta ou indiretamente a vida deles e das futuras gerações.

## 5.8 Avaliando a influência das variáveis no estudo realizado

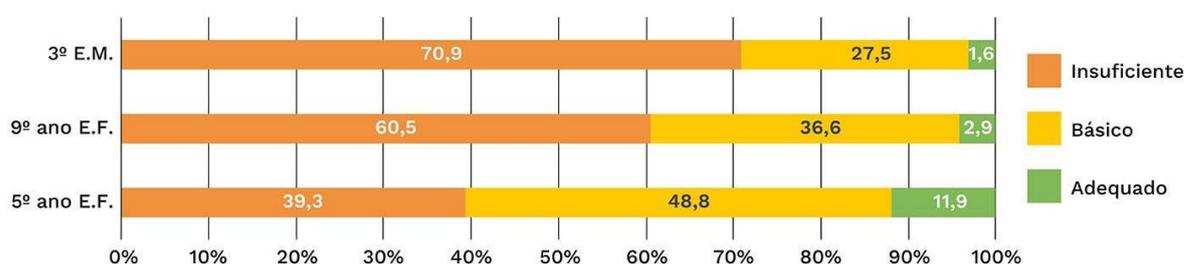
Esta pesquisa identificou a existência de uma diversidade de fatores (variáveis da pesquisa), como: falta de acesso à internet em casa ou no celular, hábito de leitura insipiente, trabalho/estágio no contraturno, dificuldades no âmbito cognitivo e problemas de cunho emocional, que influenciam negativamente na forma como os estudantes estudam e aprendem. Acredita-se que a presença de tais variáveis seja responsável pelo desempenho insatisfatório de alguns sujeitos durante a aplicação do projeto de pesquisa no CIEAC, haja vista a necessidade de o estudante adquirir autonomia e responsabilidade diante de seu processo de ensino e aprendizagem.

Além dos fatores citados acima, os resultados obtidos apontam para a questão da defasagem de aprendizagem por parte de alguns estudantes que, mesmo estando no 3º ano, não tiveram acesso, durante o Ensino Fundamental, a conteúdos que

deveriam servir como sustentáculo para a consolidação das competências e das habilidades previstas pela BNCC para o Ensino Médio.

Quando falamos em conteúdo, nós não nos restringimos aos conteúdos biológicos, físicos ou químicos, aqui, incluímos também os conteúdos, competências e habilidades referentes à disciplina de Língua Portuguesa que, segundo dados do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), indicam que 70,9% dos estudantes brasileiros apresentam um nível de proficiência insuficiente (Fig. 60).

**Figura 60** – Distribuição percentual dos estudantes de acordo com a interpretação dos níveis de proficiência em Língua Portuguesa.



Fonte: SAEB/MEC, 2017.

Diante desses dados, por exemplo, é compreensível que um estudante do 3º ano que possui uma leitura deficiente e/ou baixo nível de interpretação, não tenha condições de realizar a leitura de textos científicos, charges, poemas etc., nem de proceder com a interpretação de situações problemas apresentadas pelos professores dos diversos componentes curriculares. Dessa forma, é um desafio cumprir com uma das determinações da LDB: consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental durante o Ensino Médio.

Tendo em vista que a maioria dos assuntos (Fotossíntese, Cadeia alimentar, Origem da vida, Origem da Terra, Ondas, Sistema Solar, Galáxias etc.) devem ser trabalhados no Ensino Fundamental, é possível correlacionar que o desempenho insipiente apresentado por alguns estudantes se justifica pelo desconhecimento de conteúdos basilares, influenciando a não consolidação, aprofundamento e ampliação da formação integral<sup>16</sup> desses sujeitos quando logram no Ensino Médio.

Uma informação de salutar importância diz respeito aos estudantes que deram

<sup>16</sup> Concepção que considera as aprendizagens realizadas em sua totalidade, considerando o estudando como um todo. Formação integral, neste contexto, não faz referência à Educação em Tempo Integral (BRASIL, 2018).

respostas consideradas plausíveis tanto no pré quanto no pós-teste. Esses estudantes ingressam no CIEAC desde o início do Ensino Fundamental II (entre o 6º ao 9º ano). Os estudantes que apresentam mais dificuldades no pré e pós-teste foram aqueles que ingressam na escola entre o 1º e 2º ano do Ensino Médio. Este dado é interessante para que possamos, no futuro, realizar estudos mais profundos a respeito das metodologias utilizadas pelos professores do CIEAC que, porventura, possam ser responsáveis pelo bom desempenho escolar dos estudantes que iniciam seus estudos no CIEAC a partir do Ensino Fundamental (nos anos finais).

Em relação a defasagem de aprendizagem encontrada nas mais diversas escolas, a BNCC indica a importância dos sistemas de ensino e das escolas se pautarem nos parâmetros de igualdade e qualidade no decorrer do processo de ensino e aprendizagem. Para isso, faz-se necessário observar que cada estudante presente em nossas turmas é diferente um do outro, pois não partem do mesmo princípio, enquanto uns, no contraturno às aulas regulares, podem continuar estudando os conteúdos trabalhados em sala de aula ou realizando algum curso complementar, outros, no entanto, precisam trabalhar para contribuir na renda familiar.

Ciente disso, a BNCC traz em seu texto a importância da equidade, incentivando a escola concentrar mais esforços a quem mais precisa, assegurando, dessa forma, que todos, independentemente de suas diferenças individuais, alcancem o mesmo patamar de igualdade e qualidade nas aprendizagens.

Essa discussão em relação à equidade, na escola pública brasileira, é um fator *sine qua non* para o bom desempenho escolar dos estudantes. Os resultados desta pesquisa indicam que a Divulgação Científica por meio da exposição de cunho itinerante conseguiu, mesmo de forma não plena, desenvolver nos estudantes a capacidade de leitura e interpretação de textos científicos, bem como fomentou discussões a respeito da Astrobiologia entre o professor e os estudantes, pois “quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensinar ao aprender.” (FREIRE, 1996).

Comparando os resultados obtidos com o desempenho dos estudantes, concluímos que a exposição é um instrumento eficaz para a consolidação das aprendizagens dos conceitos biológicos, físicos e químicos, incluídos no Ensino Fundamental, ou seja, a exposição itinerante consegue atender a competência específica II da BNCC – “analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o

funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.” (BRASIL, 2018, p. 553). Porém, a exposição não é um instrumento eficaz para se construir as aprendizagens dos conceitos básicos, fato observado em alguns estudantes.

### 5.9 Avaliação da inserção da Astrobiologia no ano letivo de 2019, nas aulas de Biologia com as turmas de 3º ano do CIEAC

A inserção da Astrobiologia nas aulas de Biologia fomentou um processo de ensino e aprendizagem mais significativos na vida dos estudantes, haja vista que falar em Astrobiologia também é falar em Astronomia, ciência que sempre gerou e gera fascínio e curiosidades.

A partir do momento que a Astrobiologia fez parte das aulas, os estudantes começaram demonstrar mais interesse pelas temáticas discutidas nas aulas, visto que aliar os conhecimentos da Biologia com os da Astronomia nos ajuda a entender as nossas origens do ponto de vista científico, requerendo uma discussão sobre a origem do universo, dos planetas, das estrelas, enfim, do Cosmos.

**Quadro 14** – Percentual de estudantes aprovados na disciplina de Biologia ao longo de cada ciclo letivo de 2019 nas turmas BM, CM e DM do 3º ano.

TURMA / TOTAL DE ALUNOS	1º CICLO	2º CICLO	3º CICLO
3º BM = 40 alunos	11	35	40
3º CM = 41 alunos	28	40	38
3º DM = 36 alunos	11	19	33
<b>Quantidade de aprovados do total de 117 alunos:</b>	50	94	111
<b>PORCENTAGEM:</b>	<b>42,73%</b>	<b>80,34%</b>	<b>94,87%</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 14 considera o desempenho de todos os estudantes (voluntários e não voluntários da pesquisa) das turmas BM, CM e DM, nas quais o professor realizou intervenção, incluindo as discussões astrobiológicas em suas aulas. Após o fim do ano letivo de 2019, o professor observou que o desempenho escolar dos estudantes

apresentou percentual significativo em termos de aprovação (notas acima de 05 pontos no boletim).

A seguir, será possível observarmos no Quadro 15, o percentual de estudantes aprovados na disciplina de Biologia ao longo de cada ciclo letivo do ano de 2019 do 3º ano AM, turma que não teve acesso a aulas com abordagem interdisciplinar, envolvendo a Astrobiologia. Ao compararmos os Quadro 14 e 15, verificamos haver possibilidade das turmas BM, CM e DM terem tido um desempenho melhor que a turma AM, devido à inserção da Astrobiologia como tema transversal aos conteúdos discutidos em Biologia.

**Quadro 15** – Percentual de estudantes aprovados na disciplina de Biologia ao longo de cada ciclo letivo de 2019 na turma AM do 3º ano.

TURMA	TOTAL DE ALUNOS	Quantidade de estudantes aprovados na disciplina de Biologia ao longo de cada ciclo letivo de 2019		
		1º CICLO	2º CICLO	3º CICLO
3º AM	37 alunos	3 alunos	17 alunos	25 alunos
PORCENTAGEM		8,10%	45,95%	67,57%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Diante de tais resultados, o professor pesquisador procurou alguns de seus ex-estudantes nas redes sociais, mesmo aqueles que não participaram do pré ou pós-teste (caso dos estudantes E32 e E33), para investigar as suas impressões em relação às aulas ministradas em abordagem interdisciplinar, bem como do projeto de pesquisa desenvolvido no CIEAC. Dos estudantes investigados, após 05 meses da exposição, obteve-se os comentários inseridos no Quadro 16.

**Quadro 16** – Comentários e impressões em relação às aulas ministradas em abordagem interdisciplinar por meio da exposição científica envolvendo a Astrobiologia.

ALUNO(A)	RELATOS
E2	“Sua iniciativa inovadora de começo me assustou e por isso pensei duas vezes antes de entrar, mas decidi ir às aulas pra conhecer algo novo e fiquei completamente maravilhado. Superou todas as minhas expectativas e por isso dei meu máximo pra não deixar de ir em uma aula sequer, afinal além de tudo eram aulas com um ambiente super agradável onde me senti livre pra pensar e expressar. Além de que certa forma me proporcionou não só conhecimento científico como também um crescimento pessoal que levarei pra vida toda.” (2020).
	“A astrobiologia com certeza abriu os olhos dos alunos para enxergar além do horizonte, me estimulou a olhar para cima e sempre me perguntar o porquê das coisas. Era a pergunta que eu mais ouvia. Aprendi que de uma explosão e misturas

E14	de gases e tantos fatores, a vida pôde se mutar até ser o que nós conhecemos hoje. Aprendi que ciência é pergunta e biologia é vida, que sem astrobiologia não temos sentido e não podemos explicar como surgimos. E que a água sempre foi fundamental, e provavelmente nunca deixará de ser. A exposição era um trabalho daqueles que parece que a gente está num filme galáctico falando sobre como salvar o universo, quase coisa de outro mundo. Tantas explicações e opiniões e constatações, tantos pontos de vista diferentes, complementação de ideias e um sentimento de união e coletivismo por se sentir abraçado pelo cosmos e saber que a aqui, na Terra, é nossa casa, onde nascemos e morreremos e seremos enterrados com o rosto virado pro céu, pra contemplar onde tudo começou. É mais que uma matéria na escola. É nosso dia a dia.” (2020).
E33	<p>“Professor, sobre as aulas de Astronomia naqueles dias que teve. Sinceramente, eu gostei demais, porque tipo assim, era meu sonho sempre ter aula de Astronomia na escola. Eu sempre amei Astronomia desde pequeno. Comecei a estudar com 11 anos de idade sozinho e aprendi tudo que sei, sozinho. Eu já dei palestras na escola. [...]. As pessoas sempre falavam: "Véi, fala menos. É projeto. Tem tempo pra cumprir.". Mas era o tema que eu mais gostava e eu não tava nem aí pro tempo. Aí quando cê falou: "Gente, a gente vai pra uma demonstração de Astronomia para uma aula que a gente vai apresentar... Eu acho que a escola deveria ter uma estrutura muito melhor para apresentar isso, sabe? Tipo... tipo um espaço específico, tipo um auditório fechado, escuro. Jogasse luzes para representar as estrelas ou coisa do tipo. Entendeu? Porém, infelizmente a gente não tem isso, mas eu consigo trazer um pouco de conhecimento, levando a gente para aquela exposição. E... Eu tipo gostei demais, velho. Eu acho que deveria ter tido mais vezes no ano, porque eu acho que as pessoas... Elas ainda não conhecem quase nada em sentido do ramo da Astronomia, porque você vê na rua tanto de desconhecimento, as pessoas dizendo que o homem não foi pra Lua. Aí meu Deus do céu! "Se o homem não foi pra Lua tal ano, porque o homem não foi hoje em dia?" Entendeu? Eu acho tipo que o desconhecimento em relação ao... ao Universo tá muito obscuro. Tem muita gente que não sabe que o Sol é uma estrela. Tem muita gente que acredita que a Terra é plana. Tem muita gente que ainda acredita que a Terra é o centro do Universo. Eu fico besta com isso. Tem gente que acha que viagem espacial, coisas espaciais, enviar sonda para outros planetas é desperdício. Usar foguete. Ter a NASA. Essas coisas todas. Muita gente não sabe que essas tecnologias que a gente usa no espaço, volta pra cá. E volta para beneficiar várias pessoas. Por exemplo, a cama. A gente tem essa cama confortável, esse tênis... Tudo isso, porque a gente foi pra Lua, mas ninguém sabe. Então, eu acho que a aula do senhor foi maravilhosa pra trazer um pouco de conhecimento pra esse pessoal que fica voando. Até porque quando você falava umas coisas, tipo: "Ah, porque os planetas e tal.". O povo ficava: "Ah, meu Deus!". Aí depois parava pra pensar um pouco: "Ah, não é porque eu acho isso, eu acho aquilo...". Tipo, ficava discordando da Ciência. <b>O povo acha que é brincadeira. Que a gente tá pensando e falando. Mas não! A gente está estudando e falando.</b> Mas eu apoio o senhor a continuar com isso tudo e apoio a escola dar suporte ao senhor. E se precisar de suporte meu também, eu posso ajudar. Infelizmente, eu não tenho diploma, mas se isso não interferir, tá ótimo, eu ajudo o senhor tranquilo.” (2020, grifo nosso).</p>
E12	<p>“Parceiro. Sem enrolação. Suas aulas eram as melhores na minha opinião. Tá no lugar certo. Vc nasceu para ensinar e faz isso muito bem. Aprendi muito contigo. Inclusive a debochar. Só tem uma coisa que me arrependo. De ter passado de ano e perder suas aulas.” (2020).</p>
	<p>“Durante o desenvolvimento do projeto de astrobiologia, tema ao qual eu tinha muito pouca noção de conceito e significado, tivemos várias reuniões para discussão de conceitos astrobiológicos, e nos foi agregado muito conhecimento relacionado ao</p>

E32	assunto, além das aulas sobre origem da vida e da terra, que foram bem dinâmicas, didáticas e ilustrativas, auxiliando na compreensão dos conceitos anteriormente discutidos além de nos apresentar causas e justificativas para muitos eventos naturais que acontecem até hoje no nosso meio ambiente, além disso tivemos também jogos e dinâmicas que auxiliaram na fixação do conteúdo aprendido, além de apresentar noções diferentes do que já tinha sido comentado, em conclusão o projeto me trouxe uma visão diferente da vida e seu conceito, foi de extremo aproveitamento e me trouxe referências e conhecimentos que eu não tinha sobre os temas abordados.” (2020).
-----	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os relatos apresentados no Quadro 16 fizeram o professor pesquisador compreender que exercer a prática da docência na escola pública significa servir a um ideal de sociedade menos desigual. A partir desses relatos, também foi possível perceber que houve manifestação de afetividade entre o professor e os seus estudantes. Essa manifestação de afetividade pode ter sido um dos fatores motivadores para os estudos em Astrobiologia, tanto é que um dos estudantes ao incentivar o professor pesquisador a dar continuidade ao projeto, diz:

*Mas eu apoio o senhor a continuar com isso tudo e apoio a escola dar suporte ao senhor. E se precisar de suporte meu também, eu posso ajudar. Infelizmente, eu não tenho diploma, mas se isso não interferir, tá ótimo, eu ajudo o senhor tranquilo. (E33, 2020).*

Em contextos como o vivenciado no CIEAC, a escola acaba sendo percebida pelos estudantes como um *lócus* de manifestação da liberdade do pensamento e de transformação social, como afirmam os estudantes:

*Superou todas as minhas expectativas e por isso dei meu máximo pra não deixar de ir em uma aula sequer, afinal além de tudo eram aulas com um ambiente super agradável **onde me senti livre pra pensar e expressar.** (E2, 2020, grifo nosso).*

*A astrobiologia com certeza abriu os olhos dos alunos para **enxergar além do horizonte, me estimulou a olhar para cima e sempre me perguntar o porquê das coisas.** (E14, 2020, grifo nosso).*

O professor pesquisador percebeu que a inserção da Astrobiologia como tema gerador para um trabalho interdisciplinar de Divulgação Científica por meio de uma exposição é viável e eficaz, pois estimula os estudantes na compreensão de que os conhecimentos biológicos, físicos e químicos, de fato, dialogam entre si para explicar o mundo natural.

Ainda, desenvolve nesses sujeitos a capacidade de leitura e interpretação de textos científicos, instrumentalizando-os à prática de apresentações orais com correção e clareza, usando terminologias técnicas corretamente; além de possibilita-

los reconhecer a ciência como uma construção humana, compreendendo que ela se desenvolveu e continua se desenvolvendo por meio da acumulação do conhecimento adquirido por diferentes povos ao longo do processo histórico.

Esses resultados foram obtidos após o desenvolvimento de um trabalho que integrou apenas alguns conceitos das disciplinas de Biologia, Física e Química, em virtude de não ter sido a pretensão do pesquisador esgotar com este trabalho.

Portanto, os resultados alcançados evidenciam que as metodologias e estratégias utilizadas proporcionaram uma atuação criativa durante a aplicação do projeto de pesquisa nas aulas de Biologia, favorecendo a práxis pedagógica, bem como superar problemas identificados no processo de ensino e aprendizagem nas aulas de Biologia do CIEAC e da necessidade de promover a capacidade crítico-reflexiva dos sujeitos cognoscentes por meio do trabalho interdisciplinar. Trabalhar as Ciências Naturais, nesse contexto, é relacionar o saber científico com o cotidiano desses sujeitos.

## 6 CONCLUSÃO

Ao longo dos estudos realizados, o autor desta pesquisa pôde refletir sobre a sua prática como docente, realizando o que se chama de *práxis* pedagógica. Esse exercício de reflexão da própria prática é essencial para o trabalho docente e para o processo de construção de um professor pesquisador, que se angustia e se questiona pelos baixos índices de desempenho e, conseqüentemente de reprovação de seus estudantes. O professor pesquisador no momento da *práxis* pedagógica se autoavalia, porque a gente se forma, mas não está pronto para enfrentar as adversidades típicas da rotina escolar, pois Educação é processo, é ação, é refazer-se diariamente.

Por mais clichê que possa parecer, é curioso observar que diante de nossos estudantes, nos colocamos como representantes do conhecimento científico a ser trabalhado em sala de aula. Essa posição de “poder”, de certa forma, nos leva a uma falsa concepção de que somos os detentores daquele conhecimento, nos impedindo, muitas vezes, de ir em busca do novo, visto que um curso de licenciatura não nos prepara para muitas coisas, a exemplo, trabalhar de maneira interdisciplinar com outras áreas, nem mesmo utilizar temas transversais como a Astronomia/Astrobiologia para motivar e encantar os estudantes em busca do saber científico.

O professor enquanto ser que pesquisa, intervém na sua própria prática docente, ação essencial para que haja mudanças no desempenho escolar de seus estudantes. Esse modelo de professor tem um olhar mais sensível sobre as conseqüências que suas intervenções podem estar promovendo na forma como seus estudantes apreendem as informações e as convertem em conhecimentos teóricos e práticos. O professor pesquisador também investiga se os estudantes estão aprendendo, como aprendem e por que não estão conseguindo aprender. Nesse contexto, o professor está avaliando o processo. Aqui, a avaliação é processual.

No tocante à *práxis* pedagógica, ainda, percebemos que o processo de ensino e aprendizagem no campo das ciências (sejam elas naturais ou não), mediado em determinadas instituições de educação, acaba por difundir a imagem de uma ciência neutra na sociedade e, que os produtores pelos saberes científicos agem sempre de maneira altruísta e desinteressada. Esquece-se de discutir com os estudantes que a ciência é uma construção humana, que carrega consigo as angústias e desejos de uma época, de uma sociedade e das mais diversas correntes político-ideológicas.

Quando se avalia o ensino de ciências, especialmente no campo das Ciências Naturais, observa-se que nas salas de aula, muitas vezes, a ciência é ensinada de forma descontextualizada, devido a não preocupação pela abordagem dos contextos sociais e históricos que foram responsáveis pelos resultados do progresso científico e tecnológico. Nessa situação, omite-se os conflitos e as lutas que normalmente são travados pelos distintos grupos sociais ligados à ciência.

Diante disso, o presente estudo esclarece que trabalhar a parte histórica da ciência é uma ferramenta de salutar importância a favor da superação dos problemas relativos ao ensino das ciências, desde que seja de forma contextualizada e abordada com base nos pressupostos do movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Em linhas gerais, a abordagem histórica da ciência e o movimento CTSA incentivam os professores a adotarem novas abordagens metodológicas para um ensino de ciências mais significativo e contextualizado, pautando-se nos princípios democráticos e emancipadores, objetivando a formação plena dos estudantes, futuros cidadãos que poderão atuar de forma ativa e crítica na sociedade.

A adoção de novas abordagens metodológicas de ensino requer planejamento. Neste estudo, observou-se que o planejamento é ferramenta crucial para os professores, pois dele partem os objetivos ou intenções que justificam a escolha de um dado assunto a ser trabalhado em sala de aula. Dito isso, o não planejar é um ato eticamente questionável.

O planejamento é um ato de reflexão sobre os desafios da realidade da escola e da sala de aula, daí a sua importância. É justamente no cotidiano escolar que esta travessia pode ocorrer, e é por isso, que se faz necessário o planejamento, tornando o fazer pedagógico do(a) professor(a) mais significativo e transformador na vida de crianças e jovens que perpassam pelo ambiente escolar, especialmente aos que frequentam as escolas públicas brasileiras.

Partindo das necessidades de cada estudante, o planejamento pode ser construído sob influência de diferentes caminhos, pois neles são decididos os critérios de julgamento acerca da relevância de determinados conteúdos em relação a uma dada realidade e na forma de avaliá-los, visando garantir o aprendizado de todos, mesmo diante da diversidade de sujeitos que, no contexto de uma escola pública,

geralmente, partem de condições iniciais desiguais, haja vista que eles possuem trajetórias de vida cognitiva, motivacional e emocional distintas.

A partir dessa nova abordagem, as concepções prévias passam a ser o ponto de partida para a mediação dos conteúdos com os estudantes, tendo como direcionamento o ambiente social no qual esses sujeitos estão inseridos, ou seja, buscar ancorar os conteúdos científicos à realidade de cada um. Com isso, no contexto do CIEAC, como resposta ao problema identificado no início desta pesquisa, acreditamos que o incentivo à divulgação científica por meio de uma exposição de cunho itinerante em Astrobiologia é viável em um processo de ensino e aprendizagem interdisciplinar, envolvendo conceitos da Biologia, da Física e da Química.

Nessa perspectiva, acredita-se que os produtos educacionais desenvolvidos (o *Guia para montagem de uma exposição de cunho itinerante – Divulgação Científica em Astrobiologia*, o *Manual de atividades: experimentos de Astrobiologia* e a *Trilha Astrobiológica – jogo de tabuleiro*) podem contribuir para a melhoria da qualidade do ensino e desempenho escolar dos estudantes do Ensino Médio na área das Ciências Naturais, quando desenvolvemos projetos escolares que abordem sobre a divulgação do conhecimento científico a partir de exposições, especialmente no contexto da Astrobiologia, fomentando nos estudantes o prazer pelos estudos e a satisfação de estarem na escola.

Em vista disso, espera-se que os estudos desenvolvidos pelos estudantes no Ensino Fundamental possam, de fato, ser consolidados no Ensino Médio, ampliando, dessa forma, a compreensão da vida, do planeta Terra e do universo, ou seja, do mundo natural, em virtude de que os resultados obtidos demonstraram a possibilidade de rompimento da fragmentação do conhecimento científico presente no CIEAC por meio da promoção de atividades que envolvam problemas nos quais os conhecimentos biológicos, físicos e químicos sejam abordados de maneira colaborativa.

Constatamos que é válida a hipótese de que o baixo índice de conhecimento científico por parte dos estudantes pode ser reduzido ao trabalharmos os conteúdos das Ciências Naturais em diálogo com a Astrobiologia. Isso quando levamos em consideração os conhecimentos prévios apresentados pelos sujeitos cognoscentes do processo de ensino e aprendizagem.

Ante o exposto e considerando a autonomia das escolas em criar e implementar os itinerários formativos<sup>17</sup>, recomendamos que os professores da área de Ciências da Natureza, reflitam e mobilizem-se a respeito da viabilidade da inserção da Astrobiologia como um dos itinerários formativos a compor a matriz curricular do novo Ensino Médio.

Enfim, concluímos este estudo percebendo que a interdisciplinaridade não consiste em, por exemplo, o professor de Biologia se considerar capaz de lecionar Física ou Química em sua plenitude, mas sim, em uma proposta globalizante, este professor ser capaz de trabalhar a Biologia em diálogo com os conceitos classificados como típicos da Física e da Química. Portanto, um professor interdisciplinar é aquele que não está preso às amarras da disciplinaridade. Ele enxerga a natureza de maneira holística. Nessa percepção, observa-se que ensinar requer formação continuada, planejamento, didática, gestão do tempo e da sala de aula e, por fim, afetividade.

---

<sup>17</sup>De acordo com a Resolução nº 3, de 21 de dezembro de 2018 do Conselho Nacional de Educação, publicado no Diário Oficial de União, os itinerários formativos compreendem um “conjunto de unidades curriculares ofertadas pelas instituições e redes de ensino que possibilitam ao estudante aprofundar seus conhecimentos e se preparar para o prosseguimento de estudos ou para o mundo do trabalho de forma a contribuir para a construção de soluções de problemas específicos da sociedade.” (BRASIL, 2018). Os itinerários formativos também são uma determinação ratificada pela BNCC, em 2018.

## REFERÊNCIAS

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia das populações**. 2. ed. – São Paulo: Moderna, 2004.

ALBRECHT, Evonir; VOELZKE, Marcos Rincon. Ensino de Astronomia no Ensino Médio, uma proposta. *In: IV Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, 2016, Goiânia. Comunicações orais*. Goiânia: Planetário da UFG, 2016. Disponível em: <https://sab-astro.org.br/eventos/snea/iv-snea/atas/comunicacoes-orais/>. Acesso em: 19 maio 2020.

ATHAYDE, Saladina Amoedo. **Processo educacional no ensino de Ciências e Biologia na perspectiva da Astrobiologia**. 2015. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Astronomia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BAHIA. Secretaria da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio área: Ciências da Natureza**. Salvador: Secretaria da Educação, 2015. 66p.

BAHIA. Assembleia Legislativa. Lei Ordinária nº 13.559, de 11 de maio de 2016. Aprova o Plano Estadual de Educação da Bahia e dá outras providências. **Lei Nº 13.559 de 11 de maio de 2016**. Salvador, BA. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/ba/lei-ordinaria-n-13559-2016-bahia-aprova-o-plano-estadual-de-educacao-da-bahia-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 31 maio 2020.

BIZZO, Nélio Marco Vincenzo. **Ciências: fácil ou difícil?** 2. ed. São Paulo: Ática, 2008.

BRAGA, Alexandre Magno Ferreira; CARDOSO, Carlos Alfredo Franco; MACHADO, Shayeny da Anunciação; SANTOS, Norton Andrade dos. Ciência itinerante: projeto de comunicação da universidade com a sociedade. **Revista da JOPIC (Jornada de Pesquisa e Iniciação Científica)**, Teresópolis, vol. 01, n. 02, 2018. Disponível em: <http://www.revista.unifeso.edu.br/index.php/jopic/article/view/890/474>. Acesso em: 02 abr. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

BRASIL. Lei nº 12.651, de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Código Florestal**. Brasília, DF, Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato20112014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12651.htm). Acesso em: 09 jan. 2020.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, 2008. 135 p.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1997.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 20 maio 2020.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Parecer nº 11, de 30 de junho de 2009**. Proposta de experiência curricular inovadora do Ensino Médio. Diário Oficial da União, Brasília, 25 ago. 2009, Seção 1, p. 11. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/parecer\\_minuta\\_cne.pdf](http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/parecer_minuta_cne.pdf). Acesso em: 24 dez. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018**. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial da União, Brasília, 21 nov. 2018. Seção 1, pp. 21-24.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Protocolo de Manejo Clínico para o novo Coronavírus (2019-nCoV)**. Brasília, DF: Secretaria de Atenção Especializada à Saúde (SAES) 2020. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2020/fevereiro/11/protocolo-manejo-coronavirus.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2020.

CAMINO, Néstor. Reflexiones sobre la enseñanza de la Astronomía. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Patagonia, vol. 13, n. 2 (jul.- dez.), p. 193-194, 2018.

CARNEIRO, Dalira Lúcia Cunha Maradei; LONGHINI, Marcos Daniel. Divulgação científica: as representações sociais de pesquisadores brasileiros que atuam no campo da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 20, p. 7-35, 2015. Disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/204>. Acesso em: 30 abr. 2019.

CARVALHO, Eduardo Crevelário. **A controvérsia sobre a geração espontânea entre Needham e Spallanzani**: implicações para o ensino de biologia. 2013. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Institutos de Física, Química e Biociências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CARVALHO, Vítor Alexandre Nunes de. **Efeito da oxidação eletroquímica e da irradiação ultravioleta na formação de biomoléculas a partir do tiocianato de amônio em condições pré-bióticas**. 2016. 102 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Química, Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75134/tde23102018155416/publico/VitorAlexandreNunesdeCarvalhooriginal.pdf>. Acesso em: 14 maio 2020.

COSTA JÚNIOR, Edio da *et al.* Divulgação e ensino de Astronomia e Física por meio de abordagens informais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, vol. 40, n. 4, 2018. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172018000400603&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172018000400603&script=sci_abstract&lng=pt). Acesso em: 30 abr. 2019.

DAMINELI, Augusto; DAMINELI, Daniel Santa Cruz. Origens da vida. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 263-284, 01 abr. 2007. Quadrimestral. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a21v2159.pdf>. Acesso em: 14 maio 2020.

DAMINELI, Augusto; STEINER, João (editor). **O Fascínio do Universo**. 1. ed. São Paulo: Odysseus, 2010. 120 p.

DAMINELI, Augusto. Procura de vida fora da Terra. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, Florianópolis, v. 27, n. Especial, p. 641-646, dez. 2010.

DÁVILA, Alfonso F. Habitabilidad y vida más allá de la Tierra. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**. Espanha, vol. 25, n. 2, 2017. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/328887/419483>. Acesso em: 21 abr. 2019.

DES MARAIS, David J. *et al.* The NASA Astrobiology Roadmap. **Astrobiology**, Estados Unidos da América, vol. 8, p. 715- 730, 2008. Disponível em: [https://nai.nasa.gov/media/medialibrary/2013/09/AB\\_roadmap\\_2008.pdf](https://nai.nasa.gov/media/medialibrary/2013/09/AB_roadmap_2008.pdf). Acesso em: 24 jun. 2019.

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=S180611172017000400502&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180611172017000400502&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 24 jan. 2019.

FERNANDES, Arlete Modesto Macedo. Interdisciplinaridade: Perspectivas e Desafios na Atualidade. **Id on Line Rev. Mult. Psic.**, vol. 12, n. 40, p.101-115, 2018.

FERREIRA, Susana; ALVES, Maria Isabel Caetano; SIMÕES, Pedro Pimenta. Ambientes e Vida na Terra – os primeiros 4.0 Ga. **Estudos do Quaternário**, Porto, n. 5, 2008, p. 99–116. Disponível em: [http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/13903/1/Ferreira%20et%20al\\_2008.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/13903/1/Ferreira%20et%20al_2008.pdf). Acesso em: 28 jul. 2019.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Aurélio Júnior**: dicionário escolar da língua portuguesa. 2. ed. Curitiba: Positivo, 2011.

FERREIRA, Paulo Roberto. **A astrobiologia como ferramenta para alfabetização científica e tecnológica**. 2017. Dissertação (Mestrado em Astronomia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

FERREIRA, Thiago Altair; AVELLAR, Marcio Guilherme Bronzato de; GALANTE, Douglas; RODRIGUES, Fabio. Cientistas da USP avaliam potencial de vida em lua de júpiter [Depoimento a Jonas Santana]. **Jornal da USP** [S.l: s.n.], 2018. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/cientistas-da-usp-avaliam-potencial-de-vida-em-lua-de-jupiter/>. Acesso em: 26 jan. 2019.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 37. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GARZÓN, Juan Carlos Vega. Origen de la vida: la interdisciplinariedad de la Astrobiología. **Ludus Vitalis**, vol. 19, n. 35, 2011, pp. 275-278.

GALANTE, Douglas. **Efeitos astrofísicos e astrobiológicos de Gamma-Ray Bursts**. 2009. 185 p. Tese (Doutorado em Astronomia) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

GALEMBECK, Eduardo; COSTA, Caetano. A evolução da composição da atmosfera terrestre e das formas de vida que habitam a Terra. **Química nova escola**. São Paulo, v. 38, n. 4, p. 318-323, 2016. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38\\_4/06-EA-57-15.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_4/06-EA-57-15.pdf). Acesso em 28 jul. 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, Sheila Freitas; DUARTE, Eduardo Seperuelo; VIEIRA, Valéria da Silva. Como seria trabalhar Astrobiologia na sala de aula? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, p. 4973-4979, 2017.

GOMES, Sheila Freitas. **Astrobiologia**: um tema integrador para o ensino de ciências. 2018. 144 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Nilópolis, 2018.

HOW the Universe Works. Produção de Paul Gasek, Stuart Carte e Stephen Marsh. Intérpretes: Marcelo Gleiser e Mike Rowe (original). Miami: Discovery Channel, 2010. (43 min.), HDTV, son., color. **Série Estrelas**. Disponível em: [www.youtube.com/watch?v=agrJHUe9aHA](http://www.youtube.com/watch?v=agrJHUe9aHA). Acesso em: 07 jan. 2020.

KLUGE, Ricardo Alfredo; TEZOTTO-ULIANA, Jaqueline Visioni; SILVA, Paula Porrelli Moreira da. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. **Revista Virtual Química**, Piracicaba, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2015. Disponível em: [rvq.sbq.org.br/index.php/rvq/article/download/996/531](http://rvq.sbq.org.br/index.php/rvq/article/download/996/531). Acesso em: 23 jun. 2019.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LIMA, Guilherme da Silva. **O professor e a divulgação científica**: apropriação e uso em situações formais de ensino. 2016. 205 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

LIMA, Caio César Silva; SANTOS, Marcelo Soares dos. Astrobiologia como eixo integrador do ensino de Ciências e Biologia: como extraterrestres podem nos auxiliar no estudo da vida na Terra. *In*: Congresso Nordeste de Biólogos, 6., 2016, João Pessoa. **Anais do Congresso Nordeste de Biólogo**. João Pessoa: Rebibio, 2016 Disponível em: <http://congresso.rebibio.net/congrebio2016/trabalhos/pdf/congrebio2016-et-08-004.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2018.

LIMA JÚNIOR, José Gidauto dos Santos; ANDRADE, José Elisandro de; DANTAS, Jeânderson de Melo; GOMES, Luiz Moreira. Uma reflexão sobre o ensino de Astronomia na perspectiva da Base Nacional Comum Curricular. **Scientia Plena**, Sergipe, vol. 13, n. 01, 2017.

MASCARENHAS, Patrícia da Silva. **Manual para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos**. 3. ed. Feira de Santana: Ideia Viva, 2015. 148 p.

MORAES, Renato Pereira de. **Concepções de "interdisciplinaridade e educação do campo" de professores de ciências da natureza e matemática das escolas de ensino médio do campo do município de Rio Verde – GO**. 2018. 143 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2018.

MORIN, Edgar (Org.). **A religião dos saberes**: o desafio do século XXI. Tradução e notas de Flávia Nascimento. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 588 p.

NASCIMENTO, Jociene Oliveira Vitória. **Proposta de material paradidático sobre as origens do universo e da vida**. 2015. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Astronomia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.

NEITZEL, Clifford Luciano Vinicius. **Aplicação da Astronomia ao ensino de Física com ênfase em Astrobiologia**. 2006. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/12437>. Acesso em: 23 jun. 2019.

NICOLETTI, Elenize Rangel; VESTENA, Rosemar de Fátima; SEPEL, Lenira Maria Nunes. Interdisciplinaridade na formação docente: a cultura de soja como temática contextualizadora. **VIDYA**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 37-52, jul./dez., 2018.

NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, João Batista Garcia. **Astronomia**: ensino fundamental e médio. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. 232 p.

NÓVOA, António. Para uma formação de professores construída dentro da profissão. In: \_\_\_\_\_. **Professores: imagens do futuro presente**. Lisboa: Educa, 2009.

OLIVEIRA, Caroline Avelino de. **Stanley Lloyd Miller e a origem da vida: uma possibilidade para o estudo da natureza da ciência**. 2014. 91 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/110903>. Acesso em: 14 maio 2020.

OLIVEIRA, Henrique Buday de. **Exposição Itinerante e Espaço Formal: Um Estudo de Caso**. 2017. 64 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2017.

PAULINO-LIMA, Ivan Gláucio; LAGE, Cláudia de Alencar Santos. Astrobiologia: definição, aplicações, perspectivas e panorama brasileiro. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, São Paulo, v. 29, n.1, p.14-21, 2010.

PAULINO-LIMA, Ivan Gláucio. Novas perspectivas sobre a hipótese da panspermia. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v. 6, n. 11, p. 1-18, 2010a.

PAULINO-LIMA, Ivan Gláucio. **Investigação das condições de sobrevivência de microrganismos extremófilos em ambientes extraterrestres simulados**. 2010. 256 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010b.

PEIXOTO, Denis Eduardo. **Astronomia como disciplina integradora para o ensino de ciências**. 2018. 129 p. Tese (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

PELLENZ, Daiana. **Astronomia no ensino de ciências: uma proposta potencialmente significativa**. 2015. 129 p. Dissertação (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.

PEREIRA, Felipe Nóbrega. **Além da Antártica: os limites da vida ao frio e à dessecação no âmbito da astrobiologia**. 2015. 165 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/87/87131/tde-26052017093541/publico/FelipeNobregaPereira\\_Doutorado\\_I.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/87/87131/tde-26052017093541/publico/FelipeNobregaPereira_Doutorado_I.pdf). Acesso em: 27 jun. 2019.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani César de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. *E-book*.

REBELLO, Ilana Silva. Do signo ao texto, da língua ao discurso: de Saussure a Charaudeau. **Revista Gragoatá**, Niterói, v. 22, n. 44, p. 1103-1122, set.-dez., 2017.

REECE, Jane B. *et al.* **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

REICHENBACHER *et al.* **Terra e vida – as origens da diversidade**: Ciências da Terra para a Sociedade. Comitê do Programa Científico do Ano Internacional do Planeta Terra: United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation, 200?. Disponível em: [https://yearofplanetearth.org/content/downloads/portugal/brochura12\\_web.pdf](https://yearofplanetearth.org/content/downloads/portugal/brochura12_web.pdf). Acesso em 27 jul. 2019.

RIBEIRO, Daniel T.; CARVALHO, Paula Simeão de. O Impacto de Técnicas de Divulgação Itinerante de Ciência na Promoção do Interesse pela Física. *In: XV Encontro Nacional de Educação em Ciências*, 39., 2015, Faro, 2015. **Atas de Conferência Nacional**. Faro: Interações, 2015. p. 742-753.

ROCHA, Marcelo Borges. O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Curitiba, v. 5, n. 2, 2012.

RODRIGUES, Fábio; GALANTE, Douglas; PAULINO-LIMA, Ivan Gláucio; DUARTE, Rubens Tadeu Delgado. Astrobiology in Brazil: early history and perspectives. **International Journal of Astrobiology**, vol. 11, p. 189-202, 2012.

RODRIGUES, Fábio; GALANTE, Douglas; AVELLAR, Márcio Guilherme Bronzato. Astrobiologia: Estudando a vida no Universo. *In: GALANTE et al.* (Org). **Astrobiologia: uma ciência emergente**. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Tikinet, Edição (IAG/USP), 2016. 390 p. *E-book*.

ROTHSCHILD, Lynn Justine; MANCINELLI, Rocco L. Life in extreme environments. **Nature: International Journal of Science**, Reino Unido, vol. 409, n. 6823, p. 1092-1101. 2001. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/12097896\\_Life\\_in\\_extreme\\_environments](https://www.researchgate.net/publication/12097896_Life_in_extreme_environments). Acesso em: 22 jun. 2019.

SADAVA, David; HELLER, Craig; ORIAN, Gordon; PURVES, Bill; HILLIS, David. **Vida: a ciência da Biologia**. Tradução de Carla Denise Bonan *et al.* 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 461 p.

SAGAN, Carl. **Cosmos**. Tradução Paul Geiger. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.

SANTIAGO, Iara Furtado. **Diversidade e Bioprospecção de fungos associados a líquens presentes em ecossistemas extremos**. 2015. 136 f. Tese (Programa de Pós Graduação em Microbiologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, pp. 59-77, 2011. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/844768/mod\\_resource/content/1/SASSERN\\_CARVALHO\\_AC\\_uma\\_revis%C3%A3o\\_bibliogr%C3%A1fica.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/844768/mod_resource/content/1/SASSERN_CARVALHO_AC_uma_revis%C3%A3o_bibliogr%C3%A1fica.pdf). Acesso em: 24 jan. 2020.

SILVA, Edna Lúcia da. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. 138p.

SILVA, Lizangela Maria Almeida **Guia para o ensino de Astrobiologia na Amazônia: contextualizações para a educação básica.** 2018. 206 p. Dissertação (Mestrado Profissional Astronomia) – Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: [http://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d\\_lizangela\\_m\\_a\\_silva\\_original.pdf](http://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d_lizangela_m_a_silva_original.pdf). Acesso em: 21 jun. 2019.

SILVA, André Bastos. **Evolução estelar no ensino de Ciências.** 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Astronomia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2017.

SILVA, Sandra Maria. **Uma experiência de inserção de astronomia e física moderna no Ensino Médio a partir do Sol.** 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível em: [https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/22475/1/SandraMariaDaSilva\\_DISSERT.pdf](https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/22475/1/SandraMariaDaSilva_DISSERT.pdf). Acesso em: 23 jun. 2019

SPARROW, Giles. **50 ideias de Astronomia que você precisa conhecer.** Tradução: Helena Londres. 1. ed. São Paulo: Planeta, 2018.

SPINARDI, José Ivan. **Elaboração de uma sequência didática em Astrobiologia para o Ensino Fundamental 2.** 2017. 136 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: [http://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d\\_jose\\_i\\_spinardi\\_corrigida.pdf](http://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d_jose_i_spinardi_corrigida.pdf). Acesso em: 22 jun. 2019.

SOUZA, Jonas Garcia de. **Astrobiologia: obstáculos e possibilidades, a (re)ligação com o cosmos e o ensino de ciências.** 2013. 211 f. Dissertação (Pós-Graduação em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2013. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90981/souza\\_jg\\_me\\_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90981/souza_jg_me_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 19 maio 2020.

STREIT, Nivia Maria; CANTERLE, Liana Pedrolo; CANTO, Marta Weber; HECKTHEUER, Luísa Helena. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p.748-755, maio-jun, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/331/33135343.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2019.

TYSON, Neil Degrasse; GOLDSMITH, Donald. **Origens: catorze bilhões de anos de evolução cósmica.** Tradução de Rosaura Eichenberg. 12. ed. São Paulo: Planeta, 2015. 384 p.

VASCONCELOS, Clara; PRAIA, João Félix; ALMEIDA, Leandro S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicologia Esc. Educ.**, Campinas, v. 7, n.b1, p. 1119, 2003. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141385572003000100002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141385572003000100002&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 18 jan. 2020.

ZABOTTI, Kamilla. **Um estudo sobre o ensino dos temas “Origem da Vida” e “Evolução Biológica” em dissertações e teses brasileiras (2006 a 2016)**. 2018. 184 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2018.

# APÊNDICES

## APÊNDICE A – Modelo do pré e pós-teste

### Astrobiologia na escola

Universidade Estadual de Feira de Santana Departamento de Física

Programa de Pós-Graduação em Astronomia

Professor-pesquisador: Esp. Rafael Ramos Longuinhos

Pré-teste do projeto de pesquisa intitulado: Divulgação Científica em Astrobiologia por meio de exposição itinerante como promotora do ensino interdisciplinar entre Física, Química e Biologia, que objetiva coletar informações sobre o nível de conhecimento do estudante a respeito da Astrobiologia.

\*Obrigatório

1. Qual o seu nome completo? \*

---

2. Em qual ano do Ensino Médio você se encontra? \*

*Marcar apenas uma oval.*

1º ano

2º ano

3º ano

3. Qual o seu grau de afinidade pelas Ciências Naturais (Química, Física e Biologia)? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Baixa.

Moderada.

Alta.

### VERIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

1. Antes do professor comentar em sala de aula, você já tinha ouvido falar em Astrobiologia? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

2. O que você entende por Astrobiologia? Comente. (Se não souber, responder "não sei") \*

---



---

## APÊNDICE A – Modelo do pré e pós-teste (continuação)

3. Qual a importância de associar os conhecimentos da Astronomia com os da Biologia, Física e Química para a busca de possíveis seres vivos em outros planetas/satélites (naturais)? Explique. (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

---

4. No âmbito escolar, seria possível as disciplinas das Ciências da Natureza desenvolverem trabalhos em conjunto? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim.

Não.

5. De que forma a origem e a evolução dos seres vivos na Terra relacionam-se com a Astronomia? Comente. (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

6. O que você entende por zona habitável? Comente. (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

7. O que você entende por planetas e satélites habitáveis? Comente. (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

---

8. Você sabe o que foi a Terra primitiva na perspectiva científica? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim.

Não

9. O que você sabe a respeito da Terra primitiva? (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

---

## APÊNDICE A – Modelo do pré e pós-teste (continuação)

10. Qual a estrela mais próxima da Terra? (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

11. Por que o Sol é essencial à vida na Terra? (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

---

12. Qual processo permite a planta converter energia eletromagnética em energia química? (Se não souber, responder "não sei") \*

---

13. De que forma entendimento sobre o funcionamento dos ecossistemas terrestres pode ajudar na busca de vida fora da Terra? \*

---

---

14. O que você entende por Evolução Estelar? (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

---

15. O Sol é um corpo celeste finito? \*

---

---

16. Quais as condições ambientais que favorecem a existência de vida em nosso planeta? (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

17. Quais fatores devem ser considerados na busca por vida em outros astros (planetas e/ou satélites naturais)? (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

18. Em sua opinião, como deveria ser o planeta mais propício para investigarmos a possibilidade de existência de vida? (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

## APÊNDICE A – Modelo do pré e pós-teste (continuação)

19. Por que precisamos entender o funcionamento da vida na Terra antes de buscarmos por possíveis formas de vida em outros planetas (dentro ou fora do Sistema Solar)? (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

20. Para você, o que são seres extremófilos? (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

---

21. Qual a importância dos extremófilos para a Astrobiologia? Comente. (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

---

22. O que diz a teoria da evolução química da vida? (Se não souber, responder "não sei") \*

---

---

---

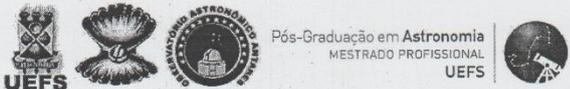
24. Em sua opinião, qual deve ser o futuro da vida na Terra diante do uso indiscriminado dos recursos naturais? \*

---

---

---

## APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido



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

Prof. Vera Aparecida F. Martin  
Vice-Diretora  
Aut. 19/2015 Port. 5107/17  
13.03.19

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**PARA O(A) ALUNO(A):**  
Você aluno(a) está sendo convidado(a) a participar, **como voluntário(a)**, de uma atividade de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Mestrado Profissional, da Universidade Estadual de Feira de Santana – Uefs.

O título da Pesquisa é “**Divulgação científica em Astrobiologia por meio de exposição itinerante como promotora do ensino interdisciplinar entre Física, Química e Biologia**” e tem como objetivo produzir o trabalho de conclusão de curso do mestrando/pesquisador **Rafael Ramos Longuinhos**.

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

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

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

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

\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável pelo(a) aluno(a)

**Contatos:** Orientador Responsável: **Prof. Dr. Mirco Ragni**.  
**E-mails:** <mirco@uefs.br> e <rafalonguinhos@hotmail.com> **Telefone:** (75) 3161-8289.  
**Endereço:** Av. Transnordestina, S/N. Bairro Novo Horizonte. CEP: 44036-900. Feira de Santana Bahia.

**Assinaturas:** Mirco Ragni (Orientador: **Prof. Dr. Mirco Ragni**)  
Vera A. F. Martin (Coorientadora: **Profª Drª Vera Aparecida F. Martin**)  
Rafael R. Longuinhos (Discente: **Prof. Esp. Rafael Ramos Longuinhos**)

## APÊNDICE C – Lista de presença dos estudantes nos encontros



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



**Universidade Estadual de Feira de Santana**  
**Departamento de Física**  
**Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Astronomia**

### Lista de presença dos encontros realizados do projeto intitulado:

*Divulgação Científica em Astrobiologia por meio de exposição como promotora do ensino interdisciplinar entre Biologia, Física e Química*

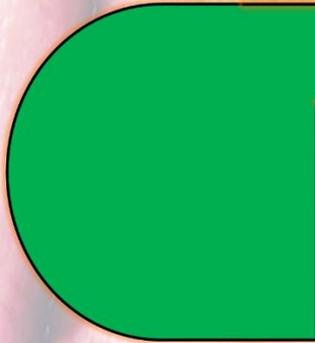
<b>Instituição participante:</b> Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand	
<b>Responsável pela pesquisa:</b> Rafael R. Longuinhos	<b>Data:</b> _____ / _____ / 2019
<b>Local da atividade:</b> XXXXXXXX	<b>Horário da atividade:</b> das ____:____ às ____:____h.
<b>Temática do dia:</b>	
<b>Objetivo da atividade do dia:</b>	
NOME DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA	ASSINATURA
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
11.	
12.	
13.	
14.	
15.	

APÊNDICE D – Jogo de tabuleiro “Trilha Astrobiológica”

# Trilha Astrobiológica



JOGO DE TABULEIRO

						45
38	39		41		43	44
						
36						
	34	33		31		29
						28
						
20		22	23	24	25	
						
18						
17			14	13	12	11
						
		1	2		9	
				4		
		5	6	7		

Autor: Rafael Ramos Longuinhos

## APÊNDICE E – Regulamento do jogo de tabuleiro “Trilha Astrobiológica”

### Regulamento da *Trilha Astrobiológica – jogo de tabuleiro*

#### 1. Jogar com 04 participantes:

- **01 juiz(a)** (realizará a leitura das perguntas das cartas referentes às casas  e ,  
→ **03 jogadores** (cada um representado por um pino, vai jogando o dado no tabuleiro).

2. Quem chegar na casa  (**Vida**), ficará uma partida sem jogar.

3. Quem chegar na casa  (**Água**), poderá jogar o dado mais uma vez.

4. O(A) jogador(a) que parar na casa  (**casa interrogativa**) deverá responder a uma das perguntas presentes nas cartas interrogativas. Se errar, **voltar 04 casas**. Se acertar, **avançar 02 casas**. O(A) juiz(a) da partida fará o questionamento e avaliará a qualidade de cada resposta.

5. O(A) jogador(a) que chegar na casa  (**casa solar**), deverá efetuar a leitura de umas das cartas solares posicionados sobre a mesa e **avançar 03 casas**.

6. O(A) jogador(a) que chegar na casa  (**Terra primitiva**), deverá responder a uma pergunta específica sobre a Terra primitiva. Se errar, **voltar 02 casas**. Se acertar, manter-se na casa atual.

7. O(A) participante que chegar primeiro na casa de número 45 será o(a) grande vencedor(a).

#### OBSERVAÇÕES:

- Este jogo é composto por um tabuleiro, 01 dado, 17 cartas interrogativas, 08 cartas específicas sobre a Terra primitiva, 35 cartas solares e 03 pinos.
- Se as cartas de um ou de todos os grupos temáticos forem utilizadas antes de algum participante chegar na casa 45, o juiz deverá embaralhar as cartas e continuar o jogo.

*Divirta-se!*

## APÊNDICE F – Cartas com perguntas da casa interrogativa do jogo de tabuleiro “Trilha Astrobiológica”

<p><b>Por que a presença de água em estado líquido pode indicar a possibilidade de haver vida em outros planetas e/ou satélites naturais?</b></p> <p><b>R:</b> Porque “os seres vivos contêm alta porcentagem de água em sua constituição, indicando a importância do meio líquido para as células.” (DAMINELLI, 2010b, p. 643).</p>	<p><b>Quais os quatro elementos químicos principais que formam a maior parte da vida sobre a Terra estão presentes em outros locais do universo?</b></p> <p><b>R:</b> Hidrogênio, Oxigênio, Carbono e Nitrogênio.</p>
<p><b>Por que as arqueobactérias são consideradas os seres mais antigos do planeta Terra?</b></p> <p><b>R:</b> Porque elas habitam locais cujas condições ambientais são extremas para os demais seres vivos. Além disso, acredita-se que tais condições tenham sido comuns em todo o planeta nos tempos da Terra primitiva.</p>	<p><b>Em qual região da estrela ocorre o processo de nucleossíntese?</b></p> <p><b>R:</b> No núcleo.</p>
<p><b>Sob quais condições ambientais nos mantemos vivos em nosso planeta?</b></p> <p><b>R:</b> Temperatura ambiente mediana, presença do gás oxigênio na atmosfera, presença do efeito estufa, água em estado líquido para consumo, etc.</p>	<p><b>Qual a provável origem dos elementos químicos presentes no Universo?</b></p> <p><b>R:</b> Da morte de estrelas.</p>
<p><b>O que é Astrobiologia?</b></p> <p><b>R:</b> É um campo da ciência que busca encontrar seres vivos semelhantes aos da Terra.</p>	<p><b>Qual molécula oriunda da fotossíntese é a principal fonte de energia para os seres vivos?</b></p> <p><b>R:</b> A glicose.</p>
<p><b>Qual elemento químico atua como principal combustível no núcleo estelar?</b></p> <p><b>R:</b> O elemento químico Hidrogênio.</p>	<p><b>É correto afirmar que as estrelas dos demais sistemas planetários emitem luz e calor na mesma intensidade que o Sol?</b></p> <p><b>R:</b> Não, cada estrela possui quantidade de massa distinta uma das outras, que a faz evoluir e, emitir luz e calor em intensidades diferentes.</p>

## APÊNDICE F – Cartas com perguntas da casa interrogativa do jogo de tabuleiro “Trilha Astrobiológica” (continuação)

**Que são extremófilos acidófilos?**

**R: Organismos que habitam ambientes que possuem pH muito baixo (<7).**



**Quais os critérios utilizados para classificar um planeta ou satélite natural como habitável?**

**R: Presença de água em estado líquido, ser rochoso e possuir uma composição atmosférica semelhante ao da Terra.**



**Que são extremófilos alcalinófilos?**

**R: Organismos que habitam ambientes que possuem pH muito elevado (>7).**



**O que é zona de habitabilidade?**

**R: É a “[...] região que possui condições de abrigar vida. [...] sendo um local em que (pelo menos) um ser vivo pode realizar suas atividades metabólicas.” (FARIAS e BARBOSA, 2017, p. 2).**



**De acordo com a ciência, qual seria a composição química da atmosfera primitiva?**

**R: Gases como metano, carbônico, monóxido de carbono, água, hélio, hidrogênio, nitrogênio, amônia, sulfetos e cianetos. (GALEMBECK e COSTA, 2016; FERREIRA, ALVES e SIMÕES, 2008).**



**Quem são os extremófilos?**

**R: São organismos com adaptações que os favorecem habitar ambientes, cujas condições físicas e geoquímicas são consideradas não favoráveis à maioria dos seres vivos dos mais variados ecossistemas do planeta Terra.**



**Que são extremófilos termófilos?**

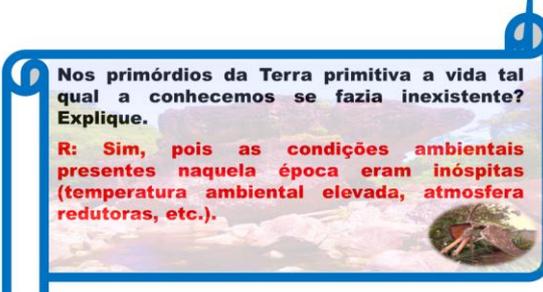
**R: São organismos que habitam ambientes que possuem altas temperaturas, sendo inviável para os seres vivos que comumente vemos em nosso cotidiano. Ex.: seres que vivem em fontes termais são seres termófilos.**



## APÊNDICE G – Cartas com perguntas sobre a Terra Primitiva do jogo de tabuleiro “Trilha Astrobiológica”

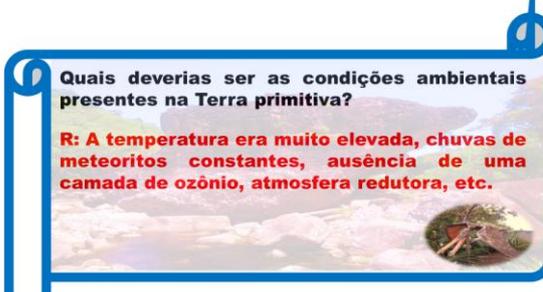
Nos primórdios da Terra primitiva a vida tal qual a conhecemos se fazia inexistente? Explique.

**R: Sim, pois as condições ambientais presentes naquela época eram inóspitas (temperatura ambiental elevada, atmosfera redutoras, etc.).**



Quais deverias ser as condições ambientais presentes na Terra primitiva?

**R: A temperatura era muito elevada, chuvas de meteoritos constantes, ausência de uma camada de ozônio, atmosfera redutora, etc.**



Como deveria ser a composição química da atmosfera presente na Terra primitiva?

**R: Atmosfera composta pelos gases: metano, carbônico, monóxido de carbono, água, hélio, hidrogênio, nitrogênio, amônia, sulfetos e cianetos, sendo nula a presença do gás oxigênio.**



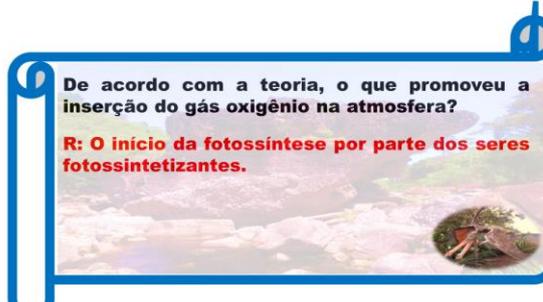
Por que a atmosfera da Terra primitiva era considerada redutora?

**R: Porque a presença do gás oxigênio era inexistente ou disponível em quantidades muito reduzidas.**



De acordo com a teoria, o que promoveu a inserção do gás oxigênio na atmosfera?

**R: O início da fotossíntese por parte dos seres fotossintetizantes.**



Em qual porção da biosfera se acredita que a vida tenha originado?

**R: Na hidrosfera.**



Dos seres vivos atuais, quais são considerados resquícios da Terra primitiva?

**R: As arqueobactérias.**

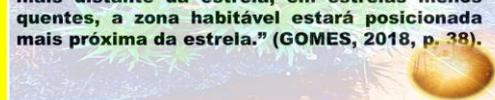
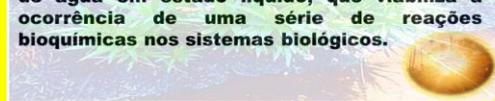


Em que momento a camada de ozônio começou a ser formada?

**R: A partir do momento que o gás oxigênio passa a ser produzido pelos seres fotossintéticos.**



## APÊNDICE H – Cartas da casa estelar para leitura do jogo de tabuleiro “Trilha Astrobiológica”

<p>As condições ambientais do planeta Terra são utilizadas como parâmetro para a determinação e exploração de planetas e/ou satélites naturais em situação de <b>habitabilidade</b> (PAULINO-LIMA e LAGE, 2010).</p> 	<p>O termo '<b>Astrobiologia</b>' ganha notoriedade após a NASA delimitar a vida na Terra e no Universo como objeto de estudo desta ciência emergente durante a corrida espacial, logo depois da 2ª Guerra Mundial (RODRIGUES, GALANTE e AVELLAR, 2016; SPINARDI, 2017; SILVA, 2018).</p> 
<p>O Sol, devido às reações de fusão termonuclear que ocorrem em seu interior nos fornecem luz para a ocorrência do fenômeno da fotossíntese e calor para a manutenção dos processos metabólicos que ocorrem no meio intracelular.</p> 	<p>A água é uma das substâncias mais comuns e mais antigas do Universo (DAMINELLI, 2010, p. 643-644).</p> 
<p>Atualmente, sabemos que “todos os quatro elementos [hidrogênio, oxigênio, carbono e nitrogênio] que formam a maior parte da vida sobre a Terra aparecem na lista curta dos seis elementos mais abundantes do universo (TYSON e GOLDSMITH, 2015, p. 246).</p> 	<p>Verifica-se que “a composição atômica dos seres vivos também compartilha semelhanças, como a majoritária presença de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio (CHON).” (GOMES, 2018, p. 36).</p> 
<p>Zona habitável é uma “[...] região que possui condições de abrigar vida. [...] sendo um local em que (pelo menos) um ser vivo pode realizar suas atividades metabólicas.” (FARIAS e BARBOSA, 2017, p. 2).</p> 	<p>A conceituação de zona habitável considera “[...] o nível de radiação da estrela do sistema planetário. Por exemplo, em estrelas mais quentes, a zona habitável estará posicionada mais distante da estrela, em estrelas menos quentes, a zona habitável estará posicionada mais próxima da estrela.” (GOMES, 2018, p. 38).</p> 
<p>O efeito estufa na Terra é importante para diminuir a variação de temperatura entre muito quente e muito fria, dando estabilidade para a proliferação da vida. (GOMES, 2018, p. 38).</p> 	<p>Os critérios de habitabilidade levam em consideração os aspectos físico-químicos e biológicos que favorecem a manutenção da vida no planeta Terra, a exemplo da presença de água em estado líquido, que viabiliza a ocorrência de uma série de reações bioquímicas nos sistemas biológicos.</p> 

## APÊNDICE H – Cartas da casa estelar para leitura do jogo de tabuleiro “Trilha Astrobiológica” (continuação)

“[...] a vida como conhecemos está diretamente relacionada com a presença de água em estado líquido [...]” (LIMA e SANTOS, 2016, p. 292).

A busca por planetas habitáveis “[...] é norteada por critério de semelhança com a Terra, como: ser rochoso, composição da atmosfera...” (GOMES, 2018, p. 37).

A biosfera é entendida como sendo o conjunto de todos os ecossistemas (fatores bióticos e abióticos em interação), que engloba a litosfera (solo e rochas), hidrosfera (mares, lagos, rios, geleiras etc.) e a atmosfera (camada de gases que envolve o planeta).

Nossa biosfera possui condições ambientais (temperatura, pressão, radiação solar, composição atmosférica estável e oxidante, disponibilidade de água em estado líquido etc.) que possibilitam a presença dos mais diversos seres vivos em praticamente todos os ecossistemas de nosso planeta.

A composição química da atmosfera da Terra primitiva começa a se modificar a partir do momento que as primeiras formas de vida se desenvolveram no ambiente aquático.

Os extremófilos são um grupo de organismos com adaptações que os favorece habitar ambientes cujas condições físicas e geoquímicas são consideradas não favoráveis à maioria dos seres vivos em praticamente todos os variados ecossistemas do planeta Terra.

Os “organismos que habitam ecossistemas extremos são denominados extremófilos.” (SANTIAGO, 2015, p. 26).

Os organismos extremófilos favorecem a existência de missões espaciais que visam encontrar evidências de seres vivos extraterrestres (PAULINO-LIMA, 2010).

Nosso planeta possui regiões cujas condições são desfavoráveis à vida tal como a conhecemos, sendo consideradas como ecossistemas extremos, podendo destacar as regiões polares e/ou com elevada altitude, bem como em desertos e em certos locais dos oceanos (SANTIAGO, 2015).

Ecossistemas extremófilos não inviabilizam a existência de organismos vivos.

## APÊNDICE H – Cartas da casa estelar para leitura do jogo de tabuleiro “Trilha Astrobiológica” (continuação)

“O estudo sobre esses organismos [os extremófilos] contribui para o entendimento sobre aspectos da biologia evolutiva e molecular, além de expandir os conceitos relacionados às condições consideradas viáveis para a existência de vida [...]” (LIMA e SANTOS, 2016, p. 292).

“[...] ambientes com características extremas onde a maioria dos organismos conhecidos não sobreviveria, o que leva a questionamentos sobre a habitabilidade de outros astros e de outros sistemas solares com características diferentes do nosso.” (LIMA e SANTOS, 2016, p. 292).

“Pela primeira vez na história da humanidade é possível aplicar o método científico para investigar a possibilidade de existência de vida em outros lugares do Universo, o que está diretamente ligado à questão da origem da vida na Terra, bem como ao futuro da humanidade e possível colonização do espaço.” (PAULINO-LIMA, 2010, p. 12).

A Astrobiologia, dentre outras demandas, objetiva “investigações de laboratório e campo das origens e evolução inicial da vida, e estudos do potencial da vida para se adaptar a desafios futuros, tanto na Terra como no espaço.” (DES MARAIS *et al.*, 2008, p. 715, tradução).

O Sol “tem fornecido à Terra um suprimento constante de calor e luz durante os últimos 5 bilhões de anos e vai continuar a fazê-lo por mais 5 bilhões de anos.” (TYSON e GOLDSMITH, 2015, p. 266).

O constante suprimento de calor e luz fornecidos pelo Sol são fatores primordiais para a grande diversidade de climas que observamos em nosso planeta, que por sua vez molda cada ecossistema terrestre.

Sol é uma estrela essencial à vida em nosso planeta, pois o mesmo é responsável tanto pela manutenção da temperatura corporal de determinados animais quanto para a conversão da energia eletromagnética (luz) em energia química (carboidratos).

“os seres vivos usam duas fontes básicas de energia na natureza: solar e química.” (DÁVILA, 2017, p. 121, tradução nossa).

Os seres fotossintetizantes (fotoautotróficos) são os principais responsáveis pela manutenção e continuidade das cadeias alimentares presentes nos mais diversos ecossistemas do planeta Terra.

A conversão da energia eletromagnética (luminosa) em energia química é denominado como fotossíntese, realizado por algas, plantas e algumas bactérias, que possuem em suas células pigmentos clorofilianos e alguns pigmentos acessórios.

## APÊNDICE H – Cartas da casa estelar para leitura do jogo de tabuleiro “Trilha Astrobiológica” (continuação)

“na fotossíntese, a planta usa a energia do Sol para oxidar a água e, assim, produzir oxigênio, e para reduzir o CO<sub>2</sub>, produzindo compostos orgânicos, principalmente açúcares.” (KLUGE, TEZOTTO-ULIANA e SILVA, 2014, p. 63).



Se houver incidência excessiva de luz solar, a planta, objetivando a sua proteção, diminuirá a absorção luminosa por meio de dois mecanismos: a fotoinibição (reversível) e a foto-oxidação (irreversível) (STREIT *et al.*, 2005).



Além da luminosidade, a concentração de gás carbônico, o estresse hídrico, o pH, aumento do gás etileno e a temperatura são também fatores ambientais limitantes da fotossíntese (STREIT *et al.*, 2005; KLUGE, TEZOTTO-ULIANA e SILVA, 2014).



As pesquisas em torno dos planetas habitáveis como Vênus e Marte, por exemplo, podem ser úteis para compreendermos a questão do aquecimento global, pois existem estudos indicando que as etapas de formação destes planetas foram similares aos da Terra (LIMA e SANTOS, 2016).



A partir das análises do planeta Vênus, seria possível compreendermos mais a respeito do comportamento do aquecimento global terrestre, e, levando-se em consideração as análises acerca do planeta Marte, entenderíamos como se dá o processo de resfriamento global (LIMA e SANTOS, 2016).



## APÊNDICE I – Banner de apresentação das seções temáticas da exposição



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ASTRONOMIA**



Divulgação científica em Astrobiologia por meio de Exposição como promotora do Ensino Interdisciplinar entre Biologia, Física e Química

### *Seções temáticas da exposição:*

- ↳ Astrobiologia: uma ciência em consolidação;
- ↳ Formação dos elementos químicos por meio do nascimento e da morte de estrelas;
- ↳ Origem e evolução dos seres vivos na Terra;
- ↳ Planetas e satélites naturais em zonas habitáveis, dentro e fora do Sistema Solar;
- ↳ Biosfera da Terra primitiva e atual;
- ↳ Sol, uma estrela essencial à vida na Terra: o fluxo de energia e matéria ao longo das cadeias alimentares;
- ↳ Perspectivas sobre o futuro da vida na Terra.



## APÊNDICE J – Banner de apresentação da Exposição



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ASTRONOMIA**



Divulgação científica em Astrobiologia por meio de Exposição como promotora do Ensino Interdisciplinar entre Biologia, Física e Química



**APÊNDICE K** – Riscódromo para registro dos conhecimentos adquiridos

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ASTRONOMIA**



Divulgação científica em Astrobiologia por meio de Exposição como promotora do Ensino Interdisciplinar entre Biologia, Física e Química

# O que é Astrobiologia?

**APÊNDICE L** – Roteiro de atividades formativas que foram desenvolvidas nas aulas de Biologia com estudantes do 3º ano do Ensino Médio em 2019



**CENTRO INTEGRADO DE EDUCAÇÃO ASSIS CHATEAUBRIAND**

**Área do Conhecimento:** Ciências Naturais

**Disciplina:** Biologia

**Ensino Médio**

**Série:** 3º ano

**Turma:**

**ROTEIRO DE ATIVIDADES FORMATIVAS QUE FORAM DESENVOLVIDAS NAS AULAS DE BIOLOGIA COM ESTUDANTES DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO**

**ETAPA I**

**DATA/PERÍODO:**

✚ 11/09/2019

**DURAÇÃO:**

✚ 50 minutos.

**ASSUNTO(S) DO DIA:**

✚ Apresentação do projeto de pesquisa aos estudantes do 3º ano.

**EIXO(S) TEMÁTICO(S) DA EXPOSIÇÃO A SER(EM) ABORDADO(S):**

✚ Não se aplica.

**TEMÁTICA(S) INTERDISCIPLINAR(ES):**

✚ Não se aplica.

**AÇÕES A SEREM DESENVOLVIDAS:**

- ✚ Apresentar as motivações para o projeto de pesquisa;
- ✚ Recolher o termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelos responsáveis/pais,
- ✚ Formar sete grupos de estudos, um para cada seção temática da exposição,
- ✚ Aplicar o pré-teste *on-line* (Formulários *Google*).

**OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM**

- ✚ Compreender o funcionamento do projeto.

**MATERIAIS NECESSÁRIOS:**

- ✚ Celular com acesso à internet.
- ✚ Notebook,
- ✚ Datashow.

**ETAPA II****DATA/PERÍODO:**

- ✚ 18/09/2019

**DURAÇÃO:**

- ✚ 50 minutos

**ASSUNTO(S) DO DIA:**

- ✚ Astronomia e Astrobiologia.

**EIXO(S) TEMÁTICO(S) DA EXPOSIÇÃO A SER(EM) ABORDADO(S):**

- ✚ Astrobiologia: uma ciência em consolidação.

**TEMÁTICA(S) INTERDISCIPLINAR(ES):**

- ✚ Vida.

**AÇÕES A SEREM DESENVOLVIDAS:**

- ✚ Discutir com os estudantes as diferenças entre Astronomia e Astrobiologia.
- ✚ Identificar e discutir a relação entre Ecologia e Astrobiologia.

**OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM**

- ✚ Os estudantes deverão diferenciar a Astronomia da Astrobiologia.
- ✚ Perceber a transversalidade da Astronomia com as Ciências Biológicas.

**MATERIAIS NECESSÁRIOS:**

- ✚ Datashow,
- ✚ Texto impresso sobre Astrobiologia,
- ✚ Notebook.

**ETAPA III****DATA/PERÍODO:**

- ✚ 25/09 a 09/10/2019 (03 semanas)

**DURAÇÃO:**

- ✚ 5 horas.

**ASSUNTO(S) DO DIA:**

- ✚ Capítulo 11: Evolução da vida.

**EIXO(S) TEMÁTICO(S) DA EXPOSIÇÃO A SER(EM) ABORDADO(S):**

- ✚ Origem e evolução da vida na Terra.

**TEMÁTICAS INTERDISCIPLINARES:**

- ✚ Origem da vida na Terra,
- ✚ Evolução da vida na Terra.

**AÇÕES A SEREM DESENVOLVIDAS:**

- ✚ Apresentar as principais teorias sobre a origem da vida na Terra,
- ✚ Estudar a evolução dos seres vivos,
- ✚ Discutir as condições ambientais da Terra primitiva,
- ✚ Discutir as relações filogenéticas entre os seres vivos.

**OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM**

- ✚ Entender as principais teorias sobre as possíveis origens dos seres vivos,
- ✚ Perceber que os seres vivos evoluem,
- ✚ Perceber quais as condições ambientais necessárias ao estabelecimento da vida como a concebemos.

**MATERIAIS NECESSÁRIOS:**

- ✚ Datashow,
- ✚ Notebook,
- ✚ Caixa de som,
- ✚ Livro didático.

**ETAPA IV****DATA/PERÍODO:**

- ✚ 16 e 23/10/2019

**DURAÇÃO:**

- ✚ 3h20min

**ASSUNTO(S) DO DIA:**

- ✚ Capítulo 12: Noções básicas de ecologia.

**EIXO(S) TEMÁTICO(S) DA EXPOSIÇÃO A SER(EM) ABORDADO(S):**

- ✚ Planetas e satélites em zonas habitáveis dentro e fora do Sistema Solar;
- ✚ Sol, uma estrela essencial à vida na Terra.
- ✚ Biosfera da Terra primitiva

**TEMÁTICAS INTERDISCIPLINARES:**

- + Vida,
- + Energia,
- + Calor.

#### **AÇÕES A SEREM DESENVOLVIDAS:**

- + Apresentar e discutir com os estudantes sobre noções básicas de ecologia.
- + Solicitar dos estudantes o desenvolvimento dos experimentos.

#### **OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM**

- + Saber os conceitos básicos da Ecologia,
- + Classificar e identificar os fatores (abióticos e bióticos) necessários para a composição de um ecossistema,
- + Perceber a importância do Sol como fonte de luz e calor para a manutenção dos diversos ecossistemas,
- + Entender como os seres vivos estabelecem relações tróficas nos ecossistemas,
- + Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos da água, do carbono, do oxigênio e do nitrogênio.

#### **MATERIAIS NECESSÁRIOS:**

- + Datashow,
- + Notebook,
- + Caixa de som,
- + Livro didático.

### **ETAPA V**

#### **DATA/PERÍODO:**

- + 30/10 a 06/11/2019

#### **DURAÇÃO:**

- + 3h20min

#### **ASSUNTO(S) DO DIA:**

- + Capítulo 14: Ecossistemas.

#### **EIXO(S) TEMÁTICO(S) DA EXPOSIÇÃO A SER(EM) ABORDADO(S):**

- + Planetas e satélites em zonas habitáveis dentro e fora do Sistema Solar;
- + Sol, uma estrela essencial à vida na Terra;
- + Biosfera da Terra primitiva;

- ✚ Vida em ambientes extremos: os extremófilos

### **TEMÁTICAS INTERDISCIPLINARES:**

- ✚ Vida,
- ✚ Sol,
- ✚ Ambientes extremófilos.

### **AÇÕES A SEREM DESENVOLVIDAS:**

- ✚ Apresentar e discutir com os estudantes por meio de slides os fatores que regulam o tamanho das populações e que determinam os ecossistemas, bem como do potencial biótico;
- ✚ Debater com os estudantes sobre os fatores abióticos dos ecossistemas, tais como: energia solar, altitude, solo, temperatura e água.

### **OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM**

- ✚ Quais os fatores abióticos que regulam os ecossistemas no planeta Terra,
- ✚ Discernir quais fatores abióticos limitam a vida como nós a conhecemos em outros planetas e satélites do Sistema Solar.

### **MATERIAIS NECESSÁRIOS:**

- ✚ Datashow, notebook e o livro didático.

## **ETAPA VI**

### **DATA/PERÍODO:**

- ✚ 13 e 20/11/2019

### **DURAÇÃO:**

- ✚ 3h20min.

### **ASSUNTO(S) DO DIA:**

- ✚ Capítulo 16: O ser humano e o ambiente.

### **EIXO(S) TEMÁTICO(S) DA EXPOSIÇÃO A SER(EM) ABORDADO(S):**

- ✚ Futuro da vida na Terra e no Universo.
- ✚ Nascimento e morte de estrelas: formação e reciclagem dos elementos químicos.
- ✚ Contribuições dos estudos astrobiológicos para a humanidade.

### **TEMÁTICAS INTERDISCIPLINARES:**

- ✚ Vida,
- ✚ Água,

- ✚ Aquecimento global,
- ✚ Poluição,
- ✚ Energia.

#### **AÇÕES A SEREM DESENVOLVIDAS:**

- ✚ Promover discussões com os estudantes sobre o impacto humano sobre a atmosfera, a água e o solo;
- ✚ Apresentar por meio de recursos audiovisuais os fatores que ameaçam a biodiversidade;
- ✚ Realizar leituras a respeito dos usos da energia e suas fontes.

#### **OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM**

- ✚ Refletir sobre o futuro que queremos para o nosso planeta, bem como entender que os recursos naturais presentes na Terra são finitos;
- ✚ Agir de forma mais consciente na aquisição de bens de consumo, analisando sempre seus possíveis impactos negativos ao meio ambiente;
- ✚ Perceber que tanto as fontes de energia renováveis quanto os não renováveis dependem do Sol, direta e/ou indiretamente.

#### **MATERIAIS NECESSÁRIOS:**

- ✚ Datashow, notebook e o livro didático.

### **ETAPA VII – EXPOSIÇÃO ITINERANTE**

#### **DATA/PERÍODO:**

- ✚ 27/11/2019

#### **DURAÇÃO:**

- ✚ 2h

#### **ASSUNTO(S) DO DIA:**

- ✚ Não se aplica.

#### **TEMÁTICAS INTERDISCIPLINARES:**

- ✚ Astrobiologia: uma ciência em consolidação;
- ✚ Formação dos elementos químicos por meio do nascimento e da morte de estrelas;
- ✚ Origem e evolução dos seres vivos na Terra;
- ✚ Planetas e satélites naturais em zonas habitáveis, dentro e fora do Sistema Solar;

- ✚ Biosfera da Terra primitiva e atual;
- ✚ Sol, uma estrela essencial à vida na Terra: o fluxo de energia e matéria ao longo das cadeias alimentares;
- ✚ Perspectivas sobre o futuro da vida na Terra.

#### **AÇÕES A SEREM DESENVOLVIDAS:**

- ✚ Visitação dos estudantes do Ensino Médio na Exposição Itinerante.

#### **OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM**

- ✚ Os estudantes aprenderão que por meio de uma exposição de cunho itinerante na perspectiva da Astrobiologia em abordagem interdisciplinar entre Biologia, Física e Química é possível superar a fragmentação do currículo das Ciências, percebendo que os processos que favoreceram a origem e a evolução da vida no planeta Terra desde a formação do Sistema Solar foi e é crucial para que possamos aperfeiçoar nossas investigações pelo Cosmos a procura de vida extraterrestre.

#### **MATERIAIS NECESSÁRIOS:**

- ✚ Jogo de tabuleiro – trilha astrobiológica,
- ✚ Experimento I – simulação de ambientes extremófilos,
- ✚ Experimento II – cultivo de vegetais em ambientes de luminosidade controlado,
- ✚ Riscódromo,
- ✚ Banner com as temáticas da exposição,
- ✚ Painel sobre Futuro da vida na Terra e no Universo,
- ✚ Produtos advindos das contribuições dos estudos astrobiológicos para a humanidade,
- ✚ Painel com o Diagrama HR,
- ✚ Maquetes de papel do Sol e do molusco pré-histórico.

#### **OBSERVAÇÕES:**

Os capítulos apresentados são oriundos do livro de Biologia para o 3º ano do Ensino Médio da coleção “Ser Protagonista” da editora SM, edição 2016.

## APÊNDICE M – Modelo do certificado entregue aos estudantes do Grupo de Estudos em Astrobiologia



# CERTIFICADO

Certificamos que \_\_\_\_\_ participou do **Grupo de Estudos em Astrobiologia** do projeto de pesquisa “*Divulgação Científica em Astrobiologia por meio de Exposição Itinerante como promotora do Ensino Interdisciplinar entre Física, Química e Biologia*”, vinculado ao **Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia (MPAstro)** da **Universidade Estadual de Feira de Santana**, desenvolvido pelo **prof. Esp. Rafael Ramos Longuinhos** no **Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC)**, perfazendo a **carga horária de 30h**.

Feira de Santana, 27 de novembro de 2019

---

Direção do CIEAC

---

Professor-pesquisador

Promoção:



Apoio:



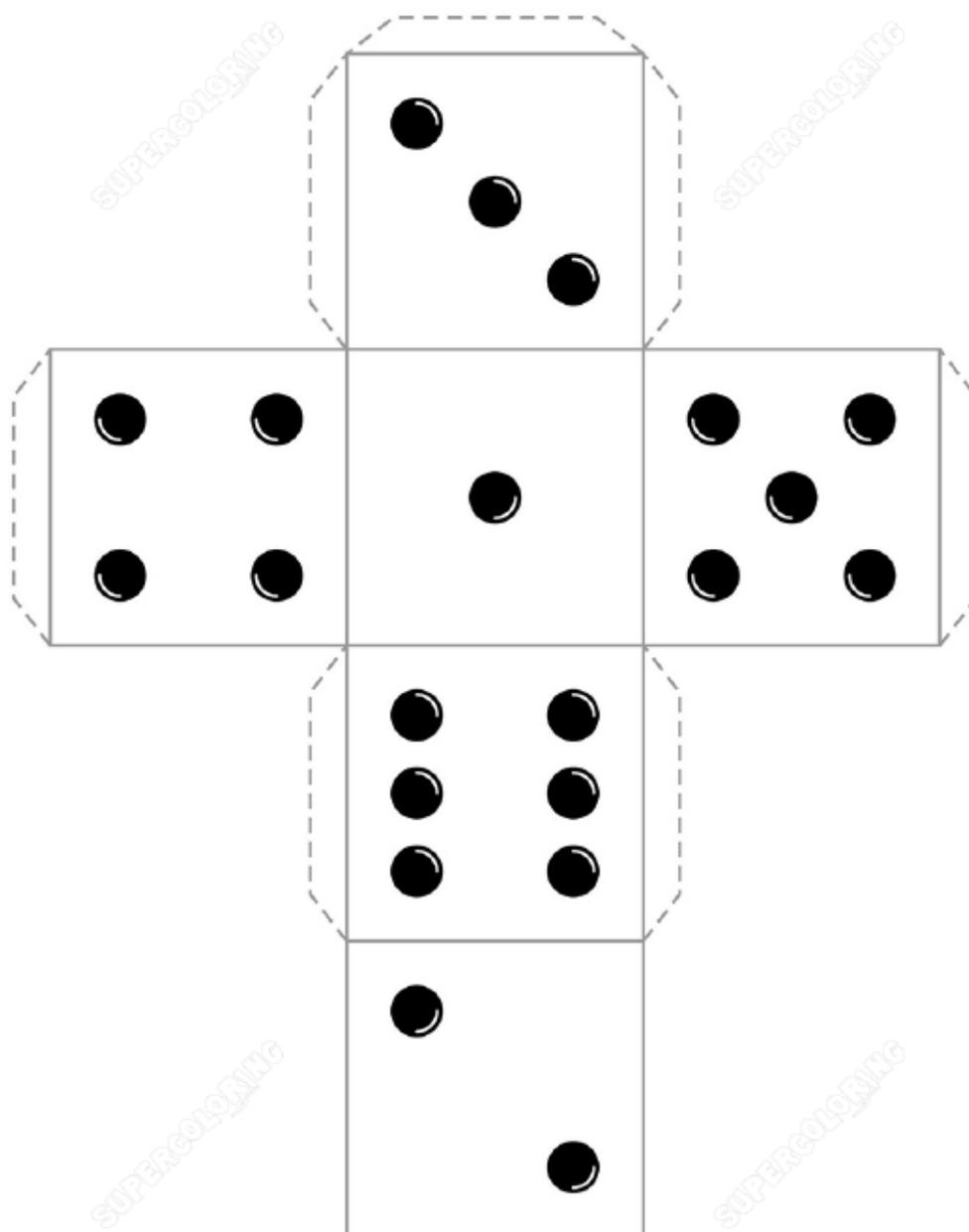


Pós-Graduação em **Astronomia**  
MESTRADO PROFISSIONAL  
UEFS



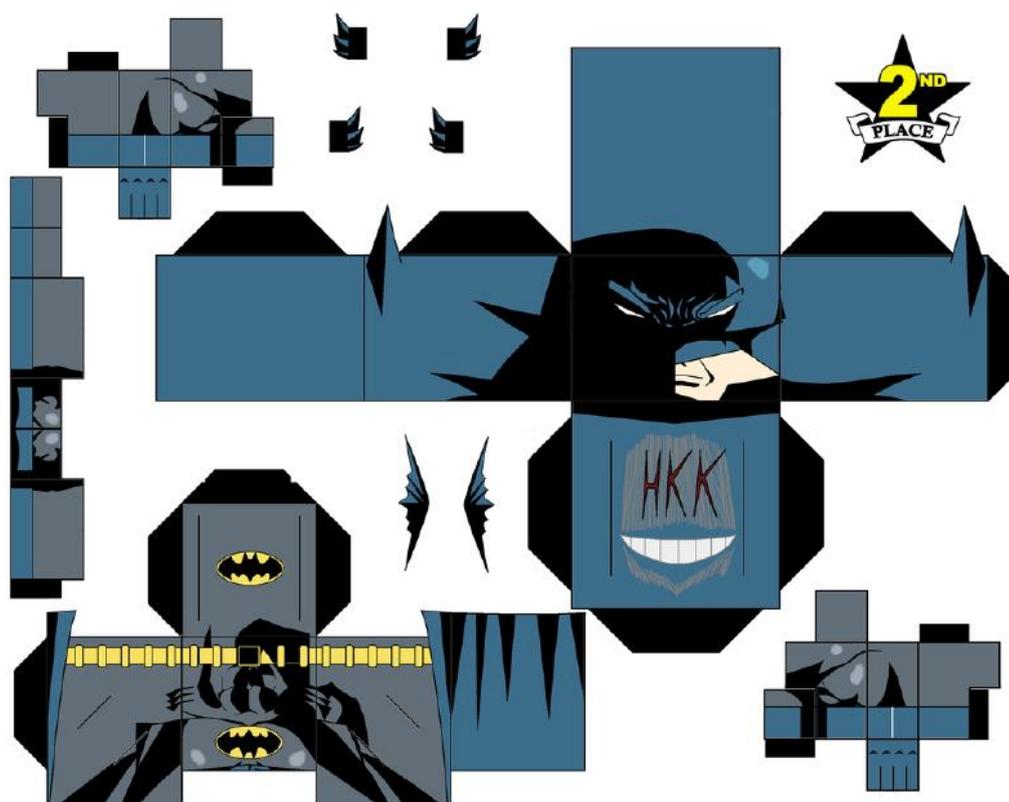
## ANEXOS

### ANEXO A – Dado a ser utilizado no jogo de tabuleiro



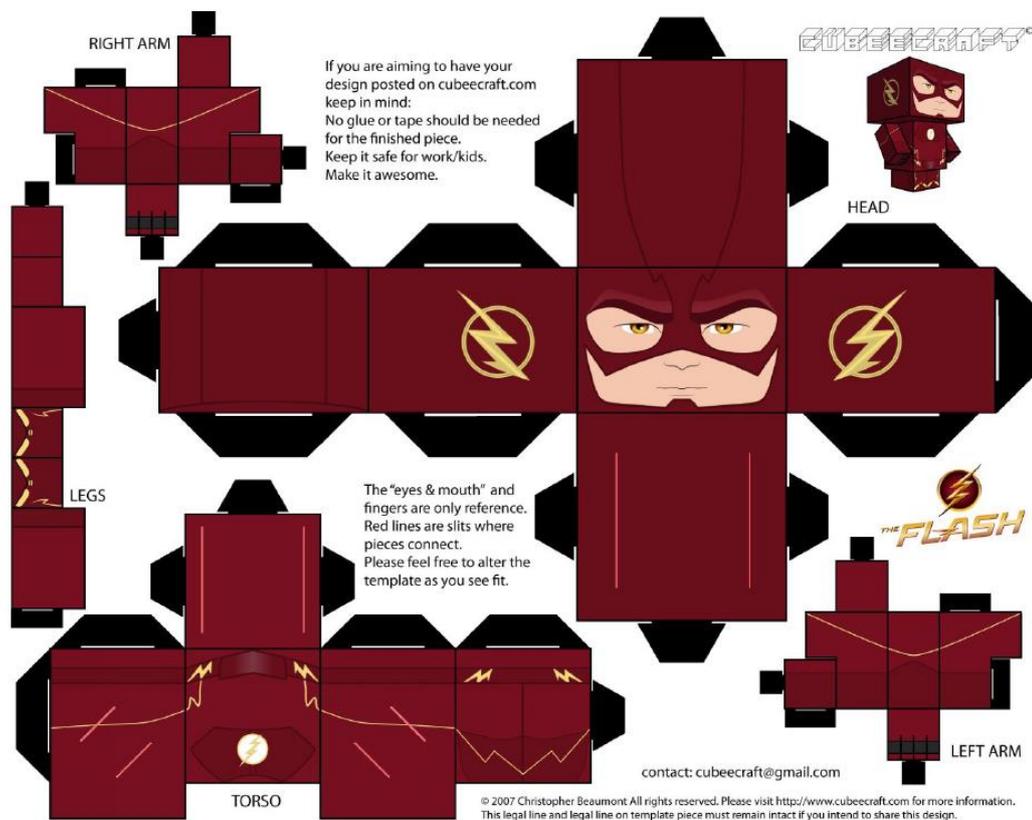
Fonte: <http://www.supercoloring.com/es/manualidades-de-papel/plantilla-imprimible-de-dado-clasico>

## ANEXO B – Pinos do jogo de tabuleiro



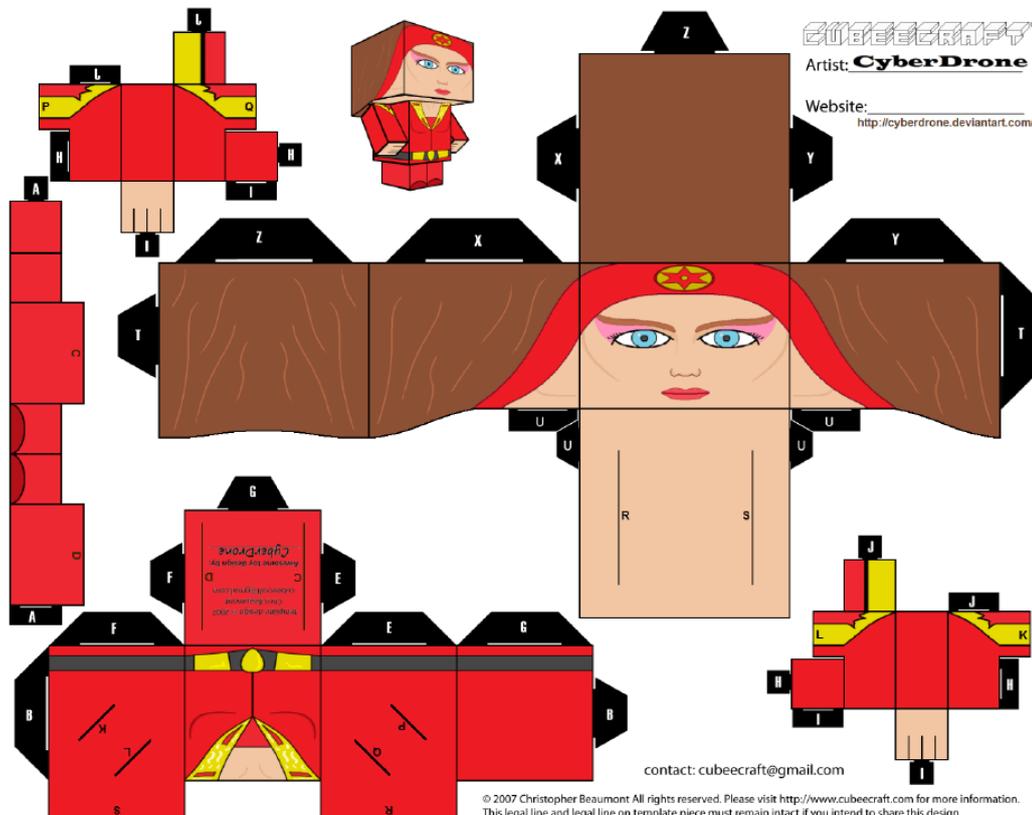
Fonte: <http://www.supercoloring.com/es>

## ANEXO C – Pinos do jogo de tabuleiro



Fonte: <http://www.supercoloring.com/es>

## ANEXO D – Pinos do jogo de tabuleiro



Fonte: <http://www.supercoloring.com/es>