

**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL**  
**DIRETORIA ACADÊMICA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA

ANDRÉ VINÍCIUS SILVA KLOCK

ASTROBIOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS



Canoas, 2023

**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL**  
**DIRETORIA ACADÊMICA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E**  
**MATEMÁTICA**



**ANDRÉ VINÍCIUS SILVA KLOCK**

**ASTROBIOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Agostinho Serrano de Andrade Neto

Canoas, 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

K66a Klock, André Vinícius Silva.  
Astrobiologia no ensino de ciências / André Vinícius Silva Klock. – 2023.  
106 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Luterana do Brasil, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Canoas, 2023.  
Orientador: Prof. Dr. Agostinho Serrano de Andrade Neto.

1. Astrobiologia. 2. Ciências. 3. Ensino. I. Andrade Neto, Agostinho Serrano de. II. Título.

CDU 372.85

Bibliotecária responsável – Heloisa Helena Nagel – 10/981

ANDRÉ VINÍCIUS SILVA KLOCK  
ASTROBIOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Data de Aprovação: 3 de maio de 2023

BANCA EXAMINADORA

---

Prof(a). Dr(a). Denise Santos de Souza  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

---

Prof(a). Dra. Mari Aurora Favero Reis  
Universidade do Contestado

---

Prof. Dr. Rossano André Dal Farra  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

---

Prof. Dr. Agostinho Serrano de Andrade Neto (Orientador)  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente, gostaria de agradecer ao meu orientador, cujo apoio, orientação e conhecimento foram fundamentais ao longo de toda a jornada.

Agradeço aos professores do PPGCIEM que foram fundamentais em minha formação e afeiçoamento acadêmico.

Agradeço aos professores que compuseram minha banca, que dedicaram seu tempo e conhecimento para avaliar este trabalho. Suas observações e sugestões contribuíram significativamente para o aprimoramento desta dissertação.

Agradeço ao Colégio La Salle Canoas que possibilitou que esta pesquisa se desenvolvesse em suas dependências.

Agradeço aos estudantes que aceitaram participar desta pesquisa e demonstraram grande empenho durante sua aplicação.

Por fim, gostaria de agradecer a uma pessoa fundamental nessa conquista, que esteve sempre ao meu lado nos bons e maus momentos, que me apoiou e incentivou na decisão de iniciar o mestrado e que continuou a me incentivar e apoiar ao longo de toda a trajetória: minha esposa, Pâmela de Matos Nunes.

## RESUMO

A astrobiologia é uma disciplina científica interdisciplinar que busca compreender a origem, evolução, distribuição e futuro da vida no universo, por meio da integração de conhecimentos de áreas como astronomia, biologia, química, geologia e física. Através de estudos sobre ambientes extremos na Terra e em outros planetas, a astrobiologia investiga as condições necessárias para a emergência e sobrevivência da vida, bem como a possibilidade de vida extraterrestre em outros planetas e luas do nosso sistema solar e além. Com as mudanças trazidas pela BNCC em 2017, os conceitos relacionados à astrobiologia foram incorporados no currículo educacional, através do eixo temático TERRA E UNIVERSO. Este trabalho apresenta um estudo sobre o ensino da astrobiologia em contexto educacional, com o objetivo de investigar os conhecimentos prévios dos estudantes do nono ano do ensino fundamental sobre conceitos relacionados à astrobiologia, bem como a efetividade de uma sequência didática desenvolvida para trabalhar o tema e discutir o potencial de ensino deste tema transversal no ensino de ciências. A sequência didática foi construída tendo como referência as teorias cognitivas de Lev Vygotsky e a Mediação Digital presente na Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) de Campello de Souza, que contemplam o referencial teórico deste trabalho. A abordagem envolveu aulas expositivas, atividades práticas, uso de recursos tecnológicos e discussões em grupo. A análise dos dados obtidos foi de base qualitativa utilizando questionário com questões abertas. Uma parcela delas foi examinada com Análise de Conteúdo e outra com a conversão das respostas abertas em quantificações apresentadas por frequências relativas. Os resultados mostraram que a abordagem interdisciplinar foi eficaz na promoção do interesse e compreensão dos estudantes sobre os conceitos da astrobiologia, bem como na valorização da importância da ciência e da pesquisa científica na busca por respostas sobre a origem da vida no Universo. Além disso, a utilização de recursos tecnológicos, como na construção do plano de viagem, foi bem recebida pelos estudantes e contribuiu para uma aprendizagem mais dinâmica e envolvente.

**Palavras-chaves:** Astrobiologia; Ciências; Ensino.

## ABSTRACT

Astrobiology is an interdisciplinary scientific discipline that seeks to understand the origin, evolution, distribution, and future of life in the universe, through the integration of knowledge from areas such as astronomy, biology, chemistry, geology, and physics. By studying extreme environments on Earth and other planets, astrobiology investigates the conditions necessary for the emergence and survival of life and the possibility of extraterrestrial life on other planets and moons in our solar system and beyond. With the changes brought by the National Base Common Curriculum (BNCC) in 2017, concepts related to astrobiology have been incorporated into the educational curriculum, through the thematic axis of EARTH AND UNIVERSE. This work presents a study on the teaching of astrobiology in an educational context, with the objective of investigating the prior knowledge of ninth-grade students about concepts related to astrobiology, as well as the effectiveness of a didactic sequence developed to work on the topic and discuss the potential of this cross-curricular theme in science education. The didactic sequence was constructed with reference to Lev Vygotsky's cognitive theories and the Digital Mediation present in Campello de Souza's Theory of Cognitive Mediation (TMC), which encompass the theoretical framework of this work. The approach involved expository lessons, practical activities, use of technological resources, and group discussions. The data analysis was based on a qualitative approach using a questionnaire with open-ended questions. A portion of these questions was examined through Content Analysis, while others were converted from open-ended responses into quantifications presented as relative frequencies. The results showed that the interdisciplinary approach was effective in promoting students' interest and understanding of astrobiology concepts, as well as valuing the importance of science and scientific research in the quest for answers about the origin of life in the universe. Additionally, the use of technological resources, such as in the construction of a travel plan, was well received by students and contributed to a more dynamic and engaging learning experience.

**Keywords:** Astrobiology; Science; Teaching.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bases nitrogenadas .....	23
Figura 2 - Glicídios.....	24
Figura 3 - Cometa Harley 2.....	25
Figura 4 - Zonas habitáveis em estrelas de diferentes massas.....	26
Figura 5 - Gêiser localizado no Parque Yellowstone.....	27
Figura 6 - Fossas marinhas, região mais profunda do oceano.....	28
Figura 7- Fonte termal Morning Glory.....	29
Figura 8 - Rio Tinto na Espanha.....	29
Figura 9 - Imagem de Marte.....	30
Figura 10 - Imagem 360 tirada pelo rover Curiosity.....	31
Figura 11 - Concepção artística da vista em corte transversal de Europa.....	32
Figura 12 - Utilização dos chromebooks.....	49
Figura 13 - Construção dos planos de viagem.....	50
Figura 14 - A luz solar é necessária para a vida? – pré-teste.....	52
Figura 15 - Água líquida é necessária para vida existir? – pré-teste.....	54
Figura 16 - É possível o surgimento de vida em um local onde não haja oxigênio? – pré-teste.....	56
Figura 17 - Existe água em outro local do nosso sistema solar? – pré- teste.....	58
Figura 18 - Astros citados pelos estudantes – pré-teste.....	59
Figura 19 - Você acredita que existe alguma forma de vida em outros lugares do Universo? – pré-teste.....	62
Figura 20 - Você acredita que existe vida inteligente em outros lugares do Universo? – pré-teste.....	64
Figura 21 - A luz solar é necessária para a vida? – Pós-teste.....	67
Figura 22 - Água líquida é necessária para vida existir? – Pós-teste.....	69
Figura 23 - É possível o surgimento de vida em um local onde não haja oxigênio? – Pós-teste.....	70
Figura 24 - Astros citados pelos estudantes – Pós-teste.....	72
Figura 25 - Você acredita que existe vida inteligente em outros lugares do Universo? – Pós-teste.....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pesquisas selecionadas.....	17
Tabela 2 - Perguntas presentes no questionário .....	46
Tabela 3 - Necessidade da luz – Pré-teste.....	53
Tabela 4 - Necessidade da água para existência da vida - Pré-teste.....	55
Tabela 5 - Categorias negativas de análise – necessidade do oxigênio.....	57
Tabela 6 - Categorias positivas de análise – necessidade do oxigênio.....	57
Tabela 7- Categorias positivas de análise – Água no sistema solar.....	60
Tabela 8 - Categorias negativas de análise – Água no sistema solar.....	60
Tabela 9 - Categorias positivas de análise – Elementos base.....	61
Tabela 10 - Categorias de análise – formas de vida.....	63
Tabela 11 - Categorias de análise – Vida inteligente.....	65
Tabela 12 - Categorias de análise – Descrição das formas de vida.....	66
Tabela 13 - Luz solar- pós-teste.....	68
Tabela 14 - Categorias positivas – Água no sistema solar- pós-teste.....	69
Tabela 15 - Categorias positivas de análise – Vida sem oxigênio - pós-teste.....	71
Tabela 16 - Categorias positivas– Elementos base para vida- pós-teste.....	73
Tabela 17 - Vida fora da terra- pós-teste.....	75
Tabela 18 - Categorias positivas de analise - Vida inteligente - pós-teste .....	76
Tabela 19 - Categorias negativas de análise – Vida inteligente- pós-teste.....	77
Tabela 20 - Descrição das formas de vida extraterrestre- pós-teste.....	78

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>A PESQUISA: ASPECTOS BÁSICOS.....</b>	<b>14</b>
2.1	JUSTIFICATIVA.....	14
2.2	PROBLEMAS DE PESQUISA .....	15
2.3	OBJETIVOS.....	15
<b>2.3.1</b>	<b>Objetivo geral .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>16</b>
2.4	HIPÓTESES .....	16
<b>3</b>	<b>ESTUDOS CORRELACIONADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
4.1	ASTROBIOLOGIA.....	21
<b>4.1.1</b>	<b>A química da vida.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Ambiente.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Zona habitável.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Extremófilos .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.5</b>	<b>Marte .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1.6</b>	<b>Europa.....</b>	<b>31</b>
4.2	VYGOTSKY .....	33
<b>4.2.1</b>	<b>A Teoria Sócio Interacionista de Vygotsky.....</b>	<b>33</b>
4.3	TEORIA DA MEDIAÇÃO COGNITIVA (TMC).....	38
<b>4.3.1</b>	<b>Mediação Cultural .....</b>	<b>41</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Mediação Social .....</b>	<b>42</b>
4.4	BASE COMUM CURRICULAR (BNCC).....	43
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>45</b>
5.1	AMOSTRA .....	45
5.2	PROCEDIMENTO.....	45
<b>5.2.1</b>	<b>Questionário.....</b>	<b>45</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Etapa expositiva.....</b>	<b>46</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Plano de Viagem .....</b>	<b>48</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Análise dos resultados.....</b>	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>52</b>
6.1	CONHECIMENTOS PRÉVIOS .....	52
6.2	ANÁLISE APÓS INTERVENCAO DIDÁTICA .....	67

6.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE AS AULAS.....	79
6.4	DISCUSSÕES .....	82
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>85</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>87</b>
	<b>APÊNDICE.....</b>	<b>91</b>
	<b>APÊNDICE A – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 1 .....</b>	<b>92</b>
	<b>APÊNDICE B – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 2 .....</b>	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE C – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 3 .....</b>	<b>94</b>
	<b>APÊNDICE D – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 4 .....</b>	<b>95</b>
	<b>APÊNDICE E – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 5 .....</b>	<b>96</b>
	<b>APÊNDICE F – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 6.....</b>	<b>97</b>
	<b>APÊNDICE G – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 7 .....</b>	<b>98</b>
	<b>APÊNDICE H – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 8 .....</b>	<b>99</b>
	<b>APÊNDICE I – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 1.....</b>	<b>100</b>
	<b>APÊNDICE J – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 2.....</b>	<b>101</b>
	<b>APÊNDICE K – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 3 .....</b>	<b>102</b>
	<b>APÊNDICE L – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 4 .....</b>	<b>103</b>
	<b>APÊNDICE M – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 5.....</b>	<b>104</b>
	<b>APÊNDICE N – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 6.....</b>	<b>105</b>
	<b>APÊNDICE P – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 7 .....</b>	<b>106</b>
	<b>APÊNDICE Q – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 8.....</b>	<b>107</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A astrobiologia é uma ciência que tem como foco de estudo a origem e a evolução da vida, seja na Terra ou fora dela (RODRIGUES, GALANTE e AVELLAR, 2016). Isso a torna uma ciência multidisciplinar, uma vez que o estudo da origem da vida requer a consideração de fatores químicos, como a formação dos elementos químicos ou a química pré-biótica; físicos, como a física planetária e diferentes ondas eletromagnéticas; e biológicos, como teorias evolutivas e biologia celular. Esses conhecimentos podem ser facilmente relacionados aos objetos de conhecimento: "Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo", "Astronomia e cultura", "Evolução estelar", "Ordem de grandeza astronômica" e "Vida humana fora da Terra", incluídos pela nova BNCC (BRASIL, 2017), dentro do eixo TERRA E UNIVERSO, e devem ser trabalhados durante o nono ano do ensino fundamental.

O presente trabalho de pesquisa teve como objeto de estudo o ensino da Astrobiologia como conteúdo integrador para o currículo de ciências no nono ano do ensino fundamental. Neste trabalho, investigou-se o interesse e a compreensão dos estudantes sobre a Astrobiologia, por meio da aplicação de dois questionários e de uma sequência didática baseada no ensino por pesquisa. Na intervenção, os estudantes construíram planos de investigação focados na busca por vida fora da Terra, e para isso, foi necessário considerar os principais fatores para o surgimento e desenvolvimento da vida como a conhecemos

No capítulo 2 deste trabalho, serão apresentados os aspectos básicos, tais como a justificativa do tema abordado e sua relevância. Será descrita a construção da pergunta de pesquisa, que serviu como base para determinar os objetivos gerais e específicos que foram buscados ao final da pesquisa, assim como as hipóteses elaboradas e testadas durante a condução do trabalho.

No capítulo 3, foi realizado o levantamento de estudos correlacionados por meio de pesquisas em programas de pós-graduação e artigos disponíveis em plataformas científicas renomadas, como Google Acadêmico, SciELO, NATURE e ERIC, além do Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O objetivo da busca bibliográfica foi embasar teoricamente as reflexões e análises a serem realizadas, além de possibilitar a contextualização e a comparação dos resultados obtidos com outras investigações.

O capítulo 4 apresenta a fundamentação deste trabalho, sendo dividido em duas seções. A primeira apresenta a astrobiologia e os principais conceitos de astronomia, química e biologia que a cercam, tais como a química da vida, o estudo do ambiente, o conceito de zona habitável, a apresentação dos extremófilos e dos potenciais locais que podem abrigar ou ter abrigado vida no sistema solar.

A segunda seção do capítulo 4 apresenta o referencial teórico utilizado na construção da sequência didática e das hipóteses levantadas no capítulo 2. O referencial pedagógico foi construído apresentando a Teoria da Mediação Interacionista de Lev Semionovitch Vygotsky e a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) de Bruno de Souza Campello.

O quinto capítulo deste trabalho apresenta a metodologia de aplicação da pesquisa, descrevendo a construção dos questionários utilizados para investigar as concepções prévias dos estudantes e a influência da sequência didática. Após apresentar a construção dos questionários, o capítulo segue descrevendo o processo de sequência didática realizado em sala de aula em todas as suas etapas, e encerra descrevendo como a análise dos dados obtidos na pesquisa será realizada.

A análise dos resultados obtidos através dos questionários aplicados com os estudantes é apresentada no capítulo 6 deste trabalho. São apresentados os dados obtidos na aplicação de cada questionário e discutidos os dados obtidos em cada pergunta de forma separada. Após a análise individual, foi realizada uma discussão sobre os resultados gerais obtidos, destacando os principais tópicos. O último capítulo deste trabalho apresenta as considerações finais do autor após o desenvolvimento da pesquisa, trazendo uma visão futura da área pesquisada e destacando os principais dados obtidos.

## 2 A PESQUISA: ASPECTOS BÁSICOS

No presente capítulo, busca-se a fundamentação do estudo, por meio da exposição das atividades que respaldaram a sua elaboração, bem como a definição dos objetivos da pesquisa, da justificativa e relevância do tema e da elaboração das hipóteses.

### 2.1 JUSTIFICATIVA

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), a nova BNCC é focada no desenvolvimento de competências, seguindo a tendência de avaliações internacionais, como a avaliação do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa). O método de ensino por competências parte da premissa do saber fazer, priorizando o desenvolvimento de habilidades e atitudes através dos conteúdos desenvolvidos e trabalhados durante as aulas. Dessa forma, toda prática pedagógica deve ser norteada pelo objetivo de desenvolver os estudantes, e não apenas em trabalhar um conteúdo específico, como muitas vezes ocorria em um ensino focado no conteúdo e não nos estudantes.

A necessidade de uma modificação no foco do ensino causou, por consequência, uma reformulação curricular em todos os componentes curriculares trabalhados no ensino fundamental. Porém, essa modificação foi mais acentuada no componente curricular de ciências, que possuía anteriormente uma estrutura que trabalhava os conteúdos de biologia entre o sexto e oitavo ano do ensino fundamental, enquanto os conteúdos relacionados ao ensino de física e química eram trabalhados apenas no nono ano (OLIVEIRA e NEIMAN, 2020). Com a nova organização do componente curricular de ciências, os conteúdos passaram a ser divididos não entre Física, Química e Biologia, mas através de três grandes Unidades temáticas a serem trabalhados ao longo dos quatros anos finais do ensino fundamental, sendo elas: Matéria e energia; Vida e Evolução e Terra e Universo (ROSA; BARBI; MEGID NETO, 2020).

Ao estudar e vivenciar as mudanças trazidas pela nova BNCC (BRASIL, 2017) pode-se observar diversas relações entre os saberes conceituais a serem trabalhados junto às habilidades previstas para o nono ano. Entre as habilidades previstas, destaca-se a habilidade EF09CI16, que busca desenvolver nos estudantes a capacidade de argumentar sobre os fatores necessários para a sobrevivência humana

fora da Terra. Esta habilidade pode ser facilmente associada a diversos saberes conceituais previstos para esta etapa do ensino fundamental, assim como com outras habilidades a serem desenvolvidas no nono ano, todas podendo ser relacionadas com o tema Astrobiologia.

Ao iniciar a pesquisa sobre Astrobiologia e sua aplicação em sala de aula, deparou-se com os estudos de Hansson, Redfors e Rosberg (2011), os quais enfatizam a necessidade de mudanças no ensino de ciências. Os autores argumentam que muitas vezes os estudantes não conseguem estabelecer conexões entre o conhecimento científico e seu cotidiano, resultando em falta de interesse e compreensão em relação à ciência. Assim, para solucionar essa problemática, defendem que o ensino de ciências deve ser mais prático e contextualizado, valorizando projetos e abordagens interdisciplinares. A utilização da Astrobiologia como ferramenta no ensino de ciências, portanto, pode contribuir para um aprendizado mais significativo e contextualizado. Surge então o propósito deste projeto, que é desenvolver um objeto de aprendizagem centrado na competência EF09CI16, que relacione os demais conteúdos trabalhados no nono ano do ensino fundamental com o tema Astrobiologia.

## 2.2 PROBLEMAS DE PESQUISA

De que forma a Astrobiologia pode ser utilizada como um tema norteador no ensino de Ciências no nono ano do ensino fundamental? E quais os benefícios do uso de tecnologias digitais para o ensino de um tema transversal no ensino de Ciências?

## 2.3 OBJETIVOS

Nesta seção da presente dissertação são apresentados os objetivos gerais e específicos do trabalho. Estes objetivos serviram como bússola para nortear a construção do trabalho.

### 2.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver um objeto de aprendizagem que relacione os conteúdos trabalhados no nono ano do ensino fundamental com o tema Astrobiologia, visando ao desenvolvimento da competência EF09CI16 da BNCC,

que busca estimular nos estudantes a capacidade de argumentar sobre os fatores necessários para a sobrevivência humana fora da Terra.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

- Investigar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a Astrobiologia.
- Desenvolver e aplicar uma proposta interdisciplinar com a temática Astrobiologia.
- Utilizar ferramentas digitais em uma sequência didática sobre Astrobiologia, com estudantes de nono ano do ensino fundamental.
- Identificar o aprendizado de ciências dos estudantes após a sequência didática.

## **2.4 HIPÓTESES**

- O uso de ferramentas computacionais auxilia na mediação e aprofundamento do conhecimento dos estudantes.
- A utilização de temáticas transversal aumenta o interesse dos estudantes nos conteúdos de sala de aula.
- A utilização de uma metodologia ativa resultará em uma aprendizagem mais significativa, sendo demonstrada através da aplicação do pré e pós-teste.

### 3 ESTUDOS CORRELACIONADOS

Foi realizada por intermédio de pesquisas desenvolvidas em programas de pós-graduação e artigos no Brasil e exterior acerca do tema Ensino de Astrobiologia nas plataformas Google Acadêmico, SciELO, NATURE, ERIC e no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O objetivo das buscas realizadas foi encontrar trabalhos que abordassem temas relacionados ao desenvolvido neste trabalho.

Foram estabelecidas as seguintes palavras-chave para a busca nos repositórios acadêmicos citados: “Astrobiologia”, “ensino” e “ciências”. Para realização da pesquisa também foram utilizados filtros de pesquisa como “ensino de ciências”, “ensino de Astrobiologia”. No repositório da Capes, ao pesquisar por “Astrobiologia” ativando os filtros para as áreas “Educação”, “Ensino de Ciências e Matemática”, apresentaram-se 54 resultados, sendo destes, 14 relacionados à educação. A partir dos resultados da busca, foram selecionados uma série de teses e artigos que passaram por uma segunda etapa de seleção realizada a partir da leitura dos resumos, sendo assim feita a seleção dos trabalhos escolhidos para serem usados como subsídio.

Para uma fácil visualização, essas produções foram categorizadas em autor, ano de publicação, tipo de trabalho, título da pesquisa e instituição de ensino, conforme o Quadro 1 abaixo.

Tabela 1: Pesquisas selecionadas

Autor	Ano	Tipo	Título	Editora
Clifford Luciano Vinícius Neitzel.	2006	Dissertação	Aplicação da astronomia ao ensino de física com ênfase em astrobiologia	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Lena Hansson & Andreas Redfors	2013	Artigo	Lower Secondary Students' Views in Astrobiology	Research in Science Education
Lena Hansson, Andreas	2011	Artigo	Students' Socio-Scientific Reasoning in an Astrobiological Context	Journal of Science

Redfors, Maria Rosberg			During Work with a Digital Learning Environment	Education and Technology
Edward E. Prather, Timothy F. Slater, Erika G. Offerdahl	2002	Artigo	Hints of a Fundamental Misconception in Cosmology	Astronomy Education Review

Fonte: o autor

Em sua dissertação, Neitzel (2006), trabalhou o tema da Astrobiologia dentro de um conjunto de 8 aulas sobre astronomia, onde aborda o contexto histórico, as leis e teorias físicas que buscam explicar os movimentos dos corpos celestes. Na sequência didática de Neitzel, a Astrobiologia esteve presente nas últimas duas aulas, onde o autor trabalhou a habitabilidade em outros astros do sistema solar. Ao falar da Astrobiologia, Neitzel (2006) destaca seu potencial como tema transversal, podendo ser trabalhado junto aos componentes curriculares de Física, Química e Biologia no ensino médio, por se tratar de um tema amplo e que instiga a curiosidade dos alunos.

No artigo publicado por Hansson e Redfors (2013), os autores discutem o ponto de vista de alunos de ensino médio sobre a Astrobiologia, buscando entender as compreensões dos estudantes sobre fatores essenciais para existência da vida dentro e fora da Terra; buscam entender as concepções dos alunos sobre a Astrobiologia e as concepções da ciência sobre a Astrobiologia. Desta forma, os autores buscam não apenas compreender o que os alunos pensam sobre o tema, mas também quais opiniões são de fato dos estudantes e quais são reproduções do que a ciência diz, sem que eles possuam a mesma opinião dos cientistas.

Para realização da pesquisa de Hansson e Redfors (2013), foram aplicados dois questionários que continham as mesmas perguntas, porém, ao final das perguntas presentes no primeiro formulário se adicionava a frase “Marque o que você pensa sobre a visão dos pesquisadores de ciências naturais sobre isso”. Já no segundo questionário, era adicionada a frase “Assinale o que você pensa sobre isso”. Com as respostas obtidas com os questionários, os autores observaram um distanciamento entre o que os estudantes realmente acreditam e o que eles consideram como opinião da ciência, fazendo com que os autores ressaltem a importância de discutir nas aulas de ciências que tipo de pressupostos são

necessários para a ciência, e o que estes realmente significam; poderia reduzir o risco de os alunos associarem visões à ciência por motivos errados.

O trabalho apresentado por Hansson, Redfors e Rosberg (2011) inicia discutindo o crescente distanciamento e desinteresse de jovens e adultos pela ciência, visto que grande parte das pessoas não veem relação entre os conteúdos trabalhados em sala de aula com o seu cotidiano, fazendo-os acreditar que não há aplicação do conhecimento científico na vida real. A partir dessa preocupação, os autores destacam que é necessário que as pessoas consigam compreender ou enxergar a aplicação da ciência em suas vidas, para que possam exercer uma cidadania ativa, fazendo com que seja imprescindível uma mudança no ensino de ciência. Os autores então propõem o trabalho com "questões sociocientíficas", defendidas por autores como Ratcliffe e Grace (2003) e Sadler (2004), como forma de aproximar os estudantes da ciência. Neste trabalho as "questões sociocientíficas" são abordadas através da Astrobiologia, levantando questionamentos como: "devemos procurar e tentar entrar em contato com a vida extraterrestre", e "se devemos transformar Marte em um planeta onde os humanos possam viver no futuro". Em ambos os questionamentos as possíveis respostas vão além do conhecimento científico, por ser necessário levar em conta questões econômicas, éticas e morais, demonstrando que trabalhar com questões relacionadas com a Astrobiologia podem ser um excelente mecanismo para trazer questões científicas para o cotidiano dos estudantes.

Em uma pesquisa realizada com mais de dois mil estudantes dos níveis de ensino fundamental, médio e universitário, Offerdahl, Prather, Slater (2002) investigaram as crenças e o raciocínio pré-instrucional dos alunos sobre a Astrobiologia. Segundo os autores, a Astrobiologia pode ser definida como o estudo da origem, evolução, distribuição e destino da vida no Universo; possuindo enorme potencial na área de ensino de ciências por ser uma área interdisciplinar, que vem ocupando espaço em jornais e noticiários por conta de descoberta de novos planetas, sendo muitos deles semelhantes a Terra em diversos aspectos, como a descoberta dos oceanos de água líquida na lua de Júpiter Europa e ainda pela possível existência de água líquida na superfície de Marte no passado. A pesquisa desenvolvida por Offerdahl, Prather, Slater (2002), buscou então, compreender a visão dos estudantes sobre três tópicos principais: a necessidade da luz solar para a existência de vida, a necessidade da água líquida para o surgimento e desenvolvimento da vida, a possibilidade da existência de vida em ambientes com temperaturas extremas.

Para o estudo foram desenvolvidas perguntas de sim ou não, com a necessidade de justificativas para a resposta inicial. Em alguns casos, também foram utilizadas perguntas abertas, como na etapa quatro da pesquisa onde os autores pedem para os alunos citarem locais na Terra onde a vida não poderia existir. Como resultado da pesquisa os autores destacam que a maior parte dos estudantes apresentaram respostas satisfatórias aos questionamentos levantados mostrando possuir diversas crenças pré-instrucionais sobre o tema abordado. Porém, também destacam a necessidade da construção de materiais de apoio para lapidar estes conceitos, visto que, muitas das respostas necessitavam de maior embasamento.

Com base nos trabalhos citados, podemos observar que a Astrobiologia vem ganhando espaço como uma temática transversal capaz de motivar os estudantes dentro da área das ciências, e também, por suas relações sociocientíficas citadas por Hansson, Redfors e Rosberg (2013), fazendo com que os estudantes se coloquem em um papel mais ativo dentro das salas de aula, e assim buscando, uma aprendizagem mais significativa. Outro ponto a ser destacado sobre os trabalhos pesquisados, é que em sua maioria os trabalhos desenvolvidos na área da Astrobiologia são aplicados a estudantes de nível médio. No Brasil, isto pode ser explicado pela ligação dos professores de Física com os conteúdos relacionados a astronomia, e pela inclusão do objeto de conhecimento “Vida Humana fora da Terra” na matriz curricular do ensino fundamental ser muito recente.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

O capítulo 4 do presente trabalho está estruturado em três seções distintas. A primeira seção apresenta a Astrobiologia e aborda os principais conceitos relacionados às áreas de astronomia, química e biologia que são relevantes para este campo de estudo. Nesta seção, são apresentados temas como a química da vida, o estudo do ambiente, o conceito de zona habitável, a apresentação dos extremófilos e dois dos principais candidatos a abrigar vida no sistema solar, a lua de Júpiter, Europa e o planeta Marte. A escolha por estes astros se deu por ambos estarem sendo alvos de missões espaciais da NASA, através das missões Curiosity e Perseverance, em curso em Marte, e da missão Europa Clipper, que busca investigar a existência de água líquida em Europa (PHILLIPS e PAPPALARDO, 2014).

A segunda seção do capítulo 4 tem como foco as teorias que foram utilizadas na construção da sequência didática. Esta etapa do referencial é composta pela Teoria da Medição Interacionista de Vygotsky e pela Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) (SOUZA, 2004). Tais teorias foram selecionadas devido à sua relevância para o campo educacional e ao seu potencial de contribuição para a elaboração da sequência didática proposta neste trabalho.

A terceira seção apresenta as principais mudanças trazidas pela Base Comum Curricular, em 2017 e suas relações com a Astrobiologia.

### 4.1 ASTROBIOLOGIA

A Astrobiologia é uma ciência que tem como seu foco de estudo a origem, a evolução e o futuro da vida, seja na Terra ou fora dela (RODRIGUES, GALANTE e AVELAR, 2016), o que a torna um combinado de diversas ciências naturais, como Física, Química, Biologia, Geologia, visto que impossível analisarmos processos como o surgimento da vida na Terra, normalmente ligado a Biologia, sem levar em conta fatores índices de radiação, riqueza da atmosfera, temperatura do planeta, distribuição da água, entre outros tantos fatores que poderiam ser citados aqui. O contexto interdisciplinar da Astrobiologia só nos mostra que algumas das mais antigas e importantes perguntas da humanidade são complexas demais para que apenas uma área de estudo seja capaz de responder.

Em 1998, a área de pesquisa ganhou um importante marco de reconhecimento quando a agência espacial norte-americana, a Nasa, decidiu reestruturar e expandir o escopo do seu programa de exobiologia, que tinha como objetivo a busca por vida extraterrestre. Esta reestruturação ocorreu com o entendimento da NASA de que paralelamente com a busca por vida fora da Terra, era essencial compreender como de fato a vida começou em nosso planeta, e como ela evoluiu (NAI, 2018). Desta forma, o programa foi renomeado como programa de Astrobiologia e resultou na criação do Instituto de Astrobiologia da Nasa (NAI).

O entendimento de que era necessário compreender melhor como a vida surgiu e evoluiu na Terra, torna-se cada vez mais relevante quando observamos que cada vez mais encontramos novos planetas e astros em um Universo de infinitas possibilidades, o que trouxe a pergunta: Onde começar a procura pela vida? Para respondê-la é importante que tenhamos clareza do que procuramos, nem todos os astros são parecidos entre si, poucos deles são parecidos com a Terra. Então enquanto os astrônomos se dedicam a buscar novos planetas e a compreender melhor o Cosmos, químicos, biólogos e geógrafos se dedicam a entender os processos ocorridos em nosso planeta, para que cada vez fique mais claro onde a vida poderia surgir e onde devemos procurar (BLUMBERG, 2003).

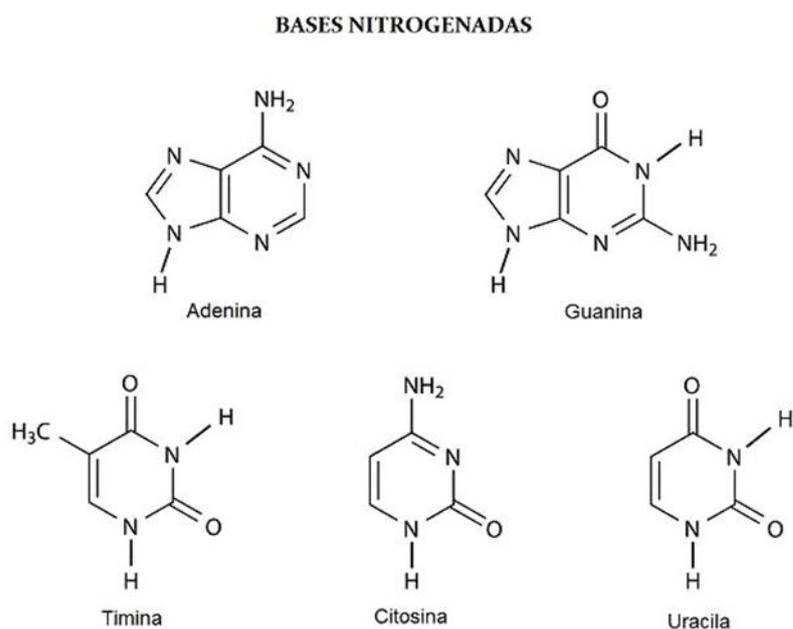
#### **4.1.1 A química da vida**

Ainda não há uma definição precisa sobre vida, mas alguns requisitos básicos podem ser identificados, o primeiro deles é a existência de água líquida (COMINS, 2010) que permite a ocorrência de diversas ligações de átomos e moléculas, assim como facilita a separação de outras em pequenas e grandes quantidades. Tendo um papel fundamental na criação e evolução de moléculas e redes de moléculas mais complexas. Estes fatores fazem com que a água líquida seja fundamental para o surgimento e evolução da vida. Podemos ainda destacar que as principais teorias utilizadas para explicar o surgimento da vida, consideram ela como o berço da vida na Terra.

O segundo fator conhecido para o surgimento da vida, segundo Comins (2010) é a existência de um elemento químico capaz de suportar ao menos 3 ligações a outros átomos, o que possibilitaria a existência de moléculas complexas. Dos elementos químicos conhecidos, 5 surgiriam como candidatos, Boro (B), Carbono (C),

Nitrogênio (N), Silício (Si) e o Fósforo (P), porém o carbono parece ser o único elemento capaz de formar polímeros com propriedades para mudanças químicas rápidas nas condições da Terra. Suas propriedades químicas permitem a formação de uma grande quantidade de moléculas, algumas das quais são comuns no universo (RAMPLOTTO, 2012).

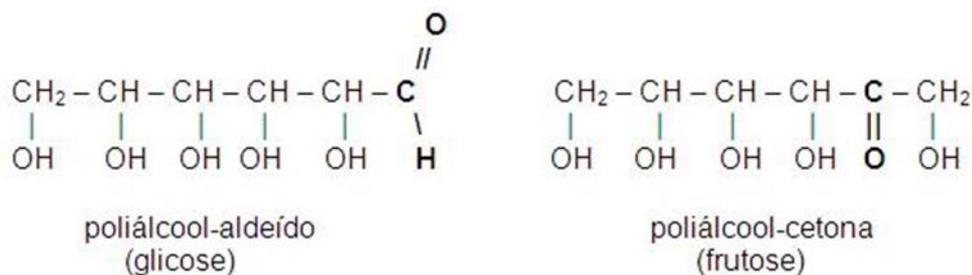
Figura1: Bases nitrogenadas



Fonte: Toda Matéria, 2023.

Com a capacidade de se combinar para criar moléculas complexas e estáveis o carbono permite a formação de redes especialmente longas como as que formam aminoácidos, ácidos nucleicos ou a molécula da glicose, todas moléculas essenciais para a vida que conhecemos em nosso planeta (Figuras 1 e 2), mas as redes moleculares complexas baseados no carbono não param por aí já foram identificados mais de 6 milhões de compostos de carbono o que demonstra a importância deste elemento químico na existência da vida como conhecemos (COMINS, 2010).

Figura 2: Glicídios



Fonte: Só química, 2008.

Dos outros 4 elementos citados, o silício parece ser o segundo principal candidato a sustentar a base química da vida, porém é importante ressaltar que, apesar de algumas características semelhantes, a química do Si é mais limitada que a do Carbono, por apresentar ligações fortes de mais, criando rochas, ou estabelecendo ligações frágeis e fáceis de serem modificadas (COMINS, 2010), não trazendo a estabilidade necessária para a evolução de moléculas complexas. No entanto, Ramplotto (2012) destaca que as opiniões negativas sobre a possibilidade de vida baseada em Silício geralmente se baseiam na dificuldade de sua existência nas condições ambientais da Terra. Portanto, a hipótese é que a vida em outros planetas possa ser baseada no carbono, mas isso pode ser apenas uma concepção limitada pelo nosso conhecimento atual de Física e Química.

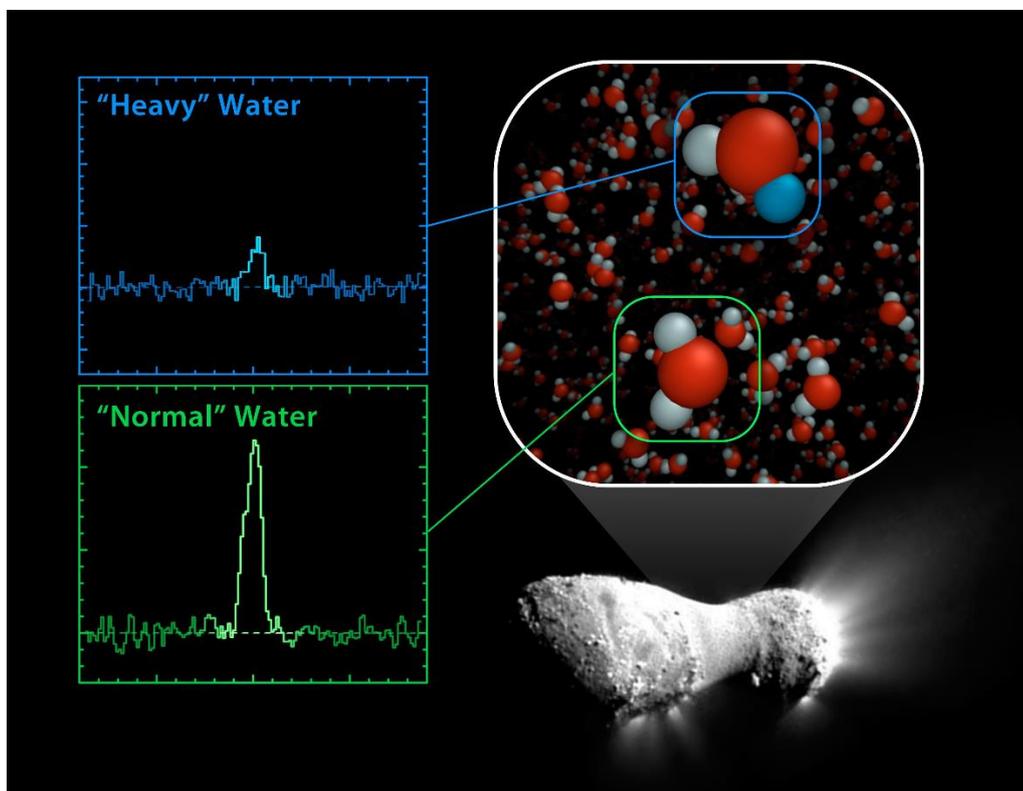
#### 4.1.2 Ambiente

O terceiro fator importante que sabemos ser necessário para que a vida possa existir é o ambiente. Para que as ligações químicas, já citadas neste trabalho, possam ocorrer é necessário que o astro em destaque possua elementos como Hidrogênio (H), Oxigênio (O) e Enxofre (S) em grandes quantidades, o que não costuma ser um grande problema em nossa galáxia, visto que estes elementos são abundantes por aqui (COMINS, 2010).

Por mais que planetas parecidos com a Terra possam desenvolver matéria orgânica necessária para vida em seus oceanos existem evidências muito fortes de que a matéria orgânica pode ter vindo para Terra, e se distribuir em outros planetas, através de cometas (Figura 3) de provenientes de outros locais da galáxia (KAISER *et al*, 2013). Essa hipótese se sustenta através de análises espectrais de cometas que encontraram matéria orgânica em sua composição. Desta forma, a vida que

conhecemos pode ter tido uma origem extraterrestre, e apenas encontrado na Terra um ambiente com as condições necessárias para o seu desenvolvimento.

Figura 3: Análise de proporção de 'água pesada' para água normal no cometa Hartley 2.



Fonte: NASA/JPL-Caltech

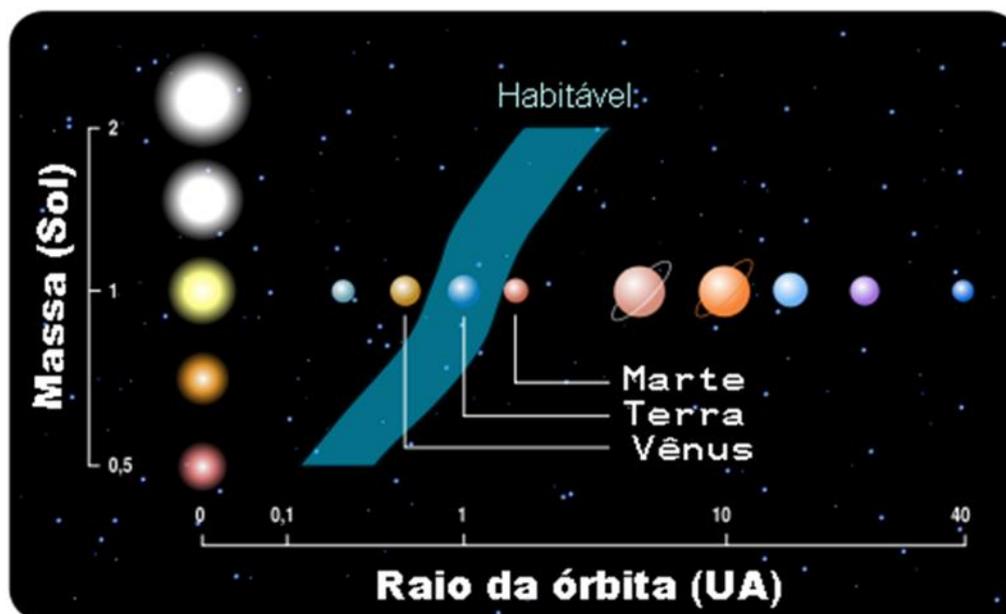
Com a descoberta da existência de matéria orgânica em cometas, podemos especular que este material também foi distribuído nos planetas e luas do no sistema solar, o que faz crescer a possibilidade da existência de alguma forma de vida em um local próximo de nós, desde que ela tenha encontrado um ambiente com os elementos necessários para o seu desenvolvimento (KAISER *et al*, 2013).

#### 4.1.3 Zona habitável

A quarta condição conhecida para que a vida possa se desenvolver em um local e estar dentro da zona habitável de uma estrela. A zona de habitabilidade é uma região em um sistema estelar, planetário ou galáctico que apresenta as condições físico-químicas necessárias para o desenvolvimento da vida. Essa região deve possuir uma temperatura adequada para permitir a presença de água em estado líquido, o que possibilita o movimento das partículas e a formação de moléculas orgânicas

complexas (COMINS, 2010). Além disso, é necessário que haja fontes de energia, como luz estelar, calor interno ou energia química, para manter o metabolismo. A imagem a seguir (Figura 4) é uma representação da zona habitável de uma estrela, utilizando o nosso sistema solar como base de comparação. A primeira coisa a se observar é que neste momento, apenas a Terra está de fato dentro da zona habitável, enquanto o planeta Marte é o planeta mais próximo de entrar na zona habitável (SPATTI, 2022). Outro fator importante é a comparação por massa solar, onde a imagem demonstra que a zona habitável de uma estrela varia de acordo com sua massa. Estrelas mais massivas que o Sol terá sua zona habitável mais distantes de si, enquanto estrelas menores que o Sol terá sua zona habitável mais próximas de si.

Figura 4: Zonas habitáveis em estrelas de diferentes massas



Fonte: [http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/vida\\_ET/vet.htm](http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/vida_ET/vet.htm)

Um aspecto crucial a ser enfatizado a respeito das condições que propiciam a origem da vida é que, para que esta possa emergir e se desenvolver é necessário que o astro em questão permaneça em sua zona habitável durante um período de bilhões de anos. É essencial salientar, ainda, que a estabilidade da zona habitável ao longo do tempo é um requisito fundamental para a preservação das condições que favorecem a vida (SPATTI, 2022).

Além dos planetas, as luas também podem apresentar condições favoráveis ao desenvolvimento da vida. Mesmo que um planeta gigante esteja localizado fora da

Zona de Habitabilidade estelar, ele pode abrigar luas que possuem condições para a formação de água em estado líquido. Isso pode ocorrer graças a outras fontes de calor, como as forças de maré geradas pela atração gravitacional do planeta gigante sobre a lua. Essas forças de maré geram calor e podem manter a água na superfície da lua em estado líquido, criando um ambiente propício para a formação e evolução de vida (BERNARDES, 2012).

#### 4.1.4 Extremófilos

No ano de 1964, o microbiologista dos Estados Unidos, Thomas Brock, fez uma descoberta que revolucionou a compreensão da vida. Durante uma observação, ele constatou a sobrevivência de micro-organismos próximos a gêiseres no Parque Nacional de Yellowstone (Figura 5), nos EUA. Esses gêiseres lançavam água a uma temperatura de 82°C, uma condição extremamente desfavorável à sobrevivência de seres vivos. Três anos depois, Thomas Brock publicou suas descobertas onde evidenciou que estes microorganismos além de sobreviverem a temperaturas acima de 82 °C eles exigiam temperaturas elevadas para sobreviverem, ou seja, estes microorganismos só seriam encontrados em regiões de temperaturas extremas. Foi então que passamos a conhecer um novo grupo de seres nomeados extremófilos (DUARTE, RIBEIRO, PELLIZARI, 2016).

Figura 5: Gêiser localizado no Parque Yellowstone



Fonte: Jeff Vanuga, 2022.

Podemos então definir como extremófilos, seres vivos capazes de sobreviver em ambientes extremos de temperatura, pressão, acidez e outras condições adversas. Embora o próprio conceito de ambiente extremo esteja diretamente ligado a concepção humana, ou seja, locais com condições o ser humano não seria capaz de sobreviver (VIEIRA *et al*, 2019).

Atualmente os extremófilos são classificados em 7 grupos sendo eles organismos termofílicos, hipertermofílicos, psicofílicos, acidofílicos, alcalifílicos, barofílicos e halofílicos. Dentre estes grupos destacaremos 3, os barófilos, os acidofílicos e os hipertermofílicos (DUARTE, RIBEIRO, PELLIZARI, 2016). Os barófilos são seres vivos capazes de sobreviver em condições de pressão extrema, como aqueles encontrados a 2000 metros de profundidade (Figura 6) no fundo do mar. Esses micróbios, por exemplo, conseguem se alimentar de rochas que estão presentes nas profundezas do oceano, mesmo em condições de altíssima pressão. Essa capacidade se deve a adaptações em sua estrutura celular que lhes permitem suportar essas condições adversas, como a presença de membranas celulares mais resistentes e a presença de enzimas que funcionam melhor em altas pressões (VIEIRA *et al*, 2019).

Figura 6: Fossas marinhas, região mais profunda do oceano



Fonte: DISCOVERY CHANNEL, 2021.

Os hipertermófilos são organismos capazes de sobreviver e se desenvolver em ambientes com temperaturas extremamente elevadas, acima de 100°C. Esses organismos podem ser encontrados em locais como vulcões, gêiseres e fumarolas

marinhas, que apresentam altas temperaturas e condições extremas para a vida (DUARTE, RIBEIRO, PELLIZARI, 2016).

Figura 7: Fonte termal Morning Glory, localizada no Parque Nacional de Yellowstone (EUA)



Fonte: <https://www.engquimicasantosp.com.br/2013/10/microrganismos-termofilos.html>

Os acidófilos são organismos capazes de sobreviver e se desenvolver em ambientes altamente ácidos, como águas de rios e lagos com pH extremamente baixo. Um exemplo notável de acidófilos são os microrganismos encontrados nas águas do Rio Tinto, na Espanha (Figura 8), que apresenta pH de 2.2, muitos metais e pouco oxigênio. Esses organismos possuem adaptações em sua estrutura celular que lhes permitem sobreviver em ambientes tão hostis, como a presença de enzimas que funcionam melhor em condições ácidas (VIEIRA *et al*, 2019).

Figura 8: Rio Tinto na Espanha



Fonte: <https://michelechristine.wordpress.com/a-natureza/rio-tinto-espanha/>

Um ponto importante de ser destacado é que a maioria desses organismos são unicelulares, o que demonstra que por mais que a vida exista em ambientes extremos da Terra, essa forma de vida não se desenvolveu para seres além de microorganismos, o que pode ser um indício que por mais que possamos encontrar esses seres em outros locais do Universo, dificilmente encontraremos formas de vida em estágio mais avançados do que encontramos aqui na Terra (DUARTE, RIBEIRO, PELLIZARI, 2016).

#### 4.1.5 Marte

Conhecido como planeta vermelho, Marte (Figura 9) é o segundo planeta mais próximo da Terra e, também o mais parecido em sua composição, fazendo com que ele esteja frequentemente nos noticiários e por consequência em nossa memória quando falamos em vida extraterrestre (BARCELOS, 2001).

Figura 9: Imagem de Marte



Fonte: Divulgação NASA, 2021.

Sendo o quarto planeta a partir do Sol, o mais externo dos rochosos, Marte se encontra muito próximo da zona habitável do Sistema Solar, recebendo uma quantidade significativa de calor, mas ainda insuficiente para que sua temperatura média seja acima dos zero graus negativos, condição necessária para que possa água líquida em sua superfície. Por mais que existem diversas evidências geológicas, de que água já esteve presente em forma de rios na superfície marciana (COMINS, 2010). Essas evidências acendem a possibilidade de Marte já ter abrigado alguma

forma de vida no passado, podendo ainda existir vestígios no planeta, ou até mesmo podendo ainda existir alguma forma de vida em locais escondidos do planeta, como nos polos congelados, ou em cavernas que podem possuir as condições necessárias para existência de água líquida (BARCELOS, 2001).

Figura 10: Imagem 360 tirada pelo rover Curiosity.



Fonte: [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/msl/images/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/msl/images/index.html)

Outra característica importante é que o núcleo Marte já possuiu grande atividade, criando um forte campo magnético, como possuímos aqui na Terra, além do movimento das placas tectônicas. Hoje em dia, essas atividades já não existem mais, por decorrência do esfriamento do núcleo de Marte. Por consequência da falta de movimento das placas tectônicas Marte possui o maior vulcão do sistema solar, visto que a lava quente vinda de regiões internas de Marte segue fluindo pela mesma abertura por milhões de anos (SILVESTRE, 2023).

Um último quesito essencial de tratarmos sobre Marte é sua atmosfera, composta em 95% de dióxido de carbono, e tendo seus últimos 5% divididos em nitrogênio, argônio e em menor quantidade de oxigênio (COMINS, 2010). A pequena concentração de oxigênio, e por consequência de vapor de água, na atmosfera marciana se dá pelo campo gravitacional de Marte, equivalente a 37,8% da intensidade do campo gravitacional terrestre (BARCELOS, 2001).

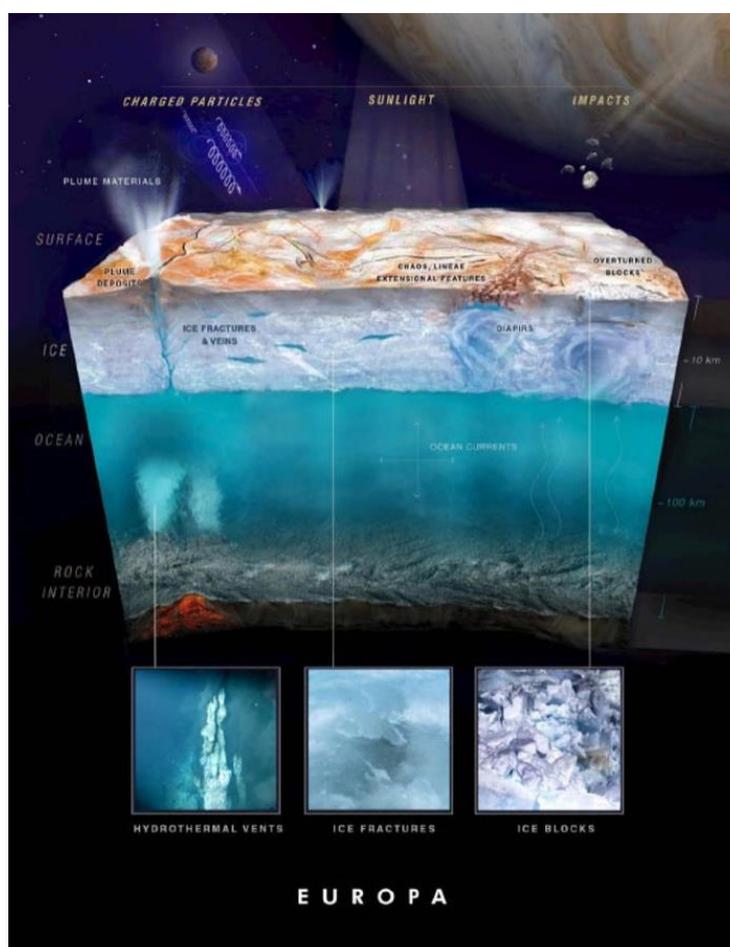
#### 4.1.6 Europa

Sexta maior lua de Júpiter, Europa é um dos principais candidatos a abrigar vida dentro do nosso Sistema Solar. Europa possui um diâmetro de cerca de 3.100 km. Sua densidade é de 2,99 g/cm<sup>3</sup> e medidas gravitacionais sugerem a presença de um núcleo metálico sólido de ferro e níquel, envolto por uma crosta de silicatos, localizados abaixo de uma camada de água e gelo (FIGUEIREDO, 2016). A atmosfera de Europa é composta principalmente de oxigênio e é pouco densa. Acreditasse que

abaixo da espessa camada de gelo exista um grande oceano de até 150km de profundidade (CARR, BELTON, CHAPMAN. *et al*, 1998), o que traz indícios da existência de fontes de calor em regiões mais internas do planeta.

Uma das características mais marcantes de Europa, para quem a observa, é a presença de grandes linhas que cortam a Lua. Acredita-se que essas linhas tenham origem em erupções de gelo, causando grandes rachaduras e separações da camada espessa de gelo em sua superfície (CARR, BELTON, CHAPMAN. *et al*, 1998). Essas erupções podem ser explicadas através do efeito maré que Júpiter causa em Europa através de sua forte gravidade, causando movimento da camada de água líquida e por consequência causando rachaduras na camada de gelo. A imagem a seguir (Figura 11), disponibilizada pela NASA apresenta uma representação em corte transversal de Europa, nela podemos observar uma rachadura causada por uma erupção de gelo.

Figura 11: Concepção artística da vista em corte transversal de Europa, retratando o ambiente excitante e potencialmente habitável do mundo oceânico



Fonte: K. Hand et al./NASA/JPL

Além disso, é relevante notar que a imagem mostra uma atividade térmica presente no núcleo rochoso da estrutura em questão. Esta atividade pode auxiliar na formação de moléculas orgânicas, servindo como base para o desenvolvimento da vida, visto que isto representaria a existência de uma fonte de energia semelhante a existente nos oceanos da Terra, local onde a vida se desenvolveu em nosso planeta.

Para que Europa possa ter a possibilidade de abrigar vida, é necessário que ela contenha os elementos químicos essenciais para a química da vida, incluindo carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, fósforo e enxofre, como já citado quando falamos sobre a química da vida. Esses elementos são comuns e pode ter estado presente na formação de Europa. Além disso, também é possível que materiais orgânicos ou ricos em carbono tenham sido depositados por asteroides e cometas que impactaram a lua posteriormente (PHILLIPS, PAPPALARDO, 2014). Outro ponto que conta a favor de Europa e ela estar dentro da zona habitável de Júpiter recebendo uma grande quantidade de radiação, vinda do planeta em que orbita, por mais que quase toda ela seja refletida para o espaço.

## 4.2 VYGOTSKY

Para o desenvolvimento do trabalho e para construção das atividades a serem aplicadas com os estudantes, serão utilizadas como aporte teórico, a Teoria Sócio Interacionista de Vygotsky (VYGOTSKY, 1978) e a Teoria da Mediação Cognitiva TMC (SOUZA, 2004). As teorias de Vygotsky serão utilizadas como suporte para a construção do modelo didático, através de um modelo cooperativo entre os estudantes. Já a TMC será utilizada como base para compreensão dos processos de aprendizagem dos estudantes.

### 4.2.1 A Teoria Sócio Interacionista de Vygotsky

O processo de desenvolvimento de uma pessoa está fortemente ligado às interações realizadas durante sua vida. Isso ocorre com uma criança em seu processo de aprendizagem da fala, ou na repetição de gestos e atitudes observada em seu cotidiano. Mas esse processo não fica restrito à formação inicial da criança, este processo social pode ser observado em diversas fases da vida de uma pessoa, seja na escola ou até mesmo no ambiente de trabalho. A obra de Vygotsky (1978) enfatiza a importância da interação social na formação do desenvolvimento humano. Segundo

essa perspectiva, o desenvolvimento é entendido como um processo dinâmico e complexo que emerge da interação entre a criança e seu ambiente, especialmente através da mediação de outras pessoas mais experientes.

De acordo com Moreira (1999), a teoria de Vygotsky destaca o papel central da linguagem e da cultura na construção do conhecimento e na organização das funções psicológicas superiores. Através da linguagem, a criança é capaz de internalizar conceitos e formas de pensar mais elaboradas, que são compartilhadas pelo grupo social ao qual ela pertence. Desse modo, a linguagem se torna uma ferramenta fundamental para a cognição e a aprendizagem. Além disso, Vygotsky (1998) destaca a importância da interação entre pares na aprendizagem e no desenvolvimento social e emocional da criança. Através do contato com outras crianças, a criança é capaz de desenvolver habilidades sociais, como a empatia, a cooperação e o respeito às diferenças, além de expandir suas perspectivas e possibilidades de ação.

#### 4.2.1.1 Zona de Desenvolvimento proximal

Um dos principais conceitos de Vygotsky (1978) é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que se refere à distância entre o nível de desenvolvimento atual do aluno e seu potencial de desenvolvimento. Nesse contexto, o papel de um aluno tutor ou professor é fundamental, pois cabe a ele identificar a ZDP do aluno e oferecer os desafios adequados para que o aluno possa avançar em seu desenvolvimento cognitivo. A ZDP é definida como a diferença entre o que uma pessoa pode fazer independentemente e o que pode fazer com a ajuda de outra pessoa mais experiente (CHAIKLIN, 2011). Em outras palavras, é a distância entre o nível de desenvolvimento atual da pessoa e seu potencial de desenvolvimento. Vygotsky (1998) argumentava que a aprendizagem ocorre quando uma pessoa é desafiada a realizar tarefas que estão um pouco além do que ela já é capaz de fazer sozinha, mas que ainda são possíveis de serem realizadas com a ajuda de outras pessoas mais experientes.

A importância da ZDP na aprendizagem é que ela permite que o aluno desenvolva habilidades e conhecimentos que não conseguiria sozinho. A interação com outras pessoas mais experientes, seja um professor, um colega ou um parente, cria um ambiente de aprendizagem mais rico e estimulante. Essa interação pode ser realizada de diversas maneiras, desde a explicação de conceitos até a realização de atividades em grupo, mas sempre com a intenção de guiar o aluno para alcançar um objetivo (CHAIKLIN, 2011).

Outro aspecto importante da ZDP é que ela é influenciada pelo contexto cultural e social em que a pessoa está inserida. Vygotsky (1998) argumentava que a cultura e a sociedade são fundamentais para o desenvolvimento humano, e que a aprendizagem só pode ser compreendida dentro desses contextos. Isso significa que a ZDP pode variar de acordo com o ambiente em que o aluno está inserido e que é importante levar em consideração esses fatores ao planejar atividades de aprendizagem (CHAIKLIN, 2011).

#### 4.2.1.2 Representações simbólicas

Outro ponto importante de Vygotsky (1978), é a aquisição de representações simbólicas pelos alunos. Vygotsky propôs a ideia de que o desenvolvimento cognitivo do indivíduo está fortemente ligado às interações sociais que ele estabelece, principalmente com pessoas mais experientes, como os professores.

Para Vygotsky (1998), a aprendizagem ocorre por meio de um processo chamado de mediação, onde o indivíduo é capaz de internalizar conceitos e ideias a partir da interação com o ambiente social e as outras pessoas. No caso da escola, o professor assume um papel fundamental como mediador do conhecimento, proporcionando aos alunos experiências que permitam a aquisição de representações simbólicas, como a leitura e a escrita (MOREIRA; GRECA, 2003).

Segundo Moreira (1999) O processo de aquisição de representações simbólicas também envolve a construção de significados para as informações recebidas. Nesse sentido, Vygotsky destaca a importância da interação com outras pessoas mais experientes para a construção de significados mais elaborados. O professor, portanto, deve ser capaz de propiciar esse tipo de interação, seja por meio de atividades em grupo ou de discussões em sala de aula.

Ainda é importante destacar, que a aquisição de representações simbólicas pelos alunos não é um processo linear, mas sim dinâmico e complexo. É fundamental que o professor esteja sempre em constante reflexão sobre suas práticas pedagógicas e que esteja disposto a adaptá-las às necessidades dos alunos (MOREIRA, 1999).

#### 4.2.1.3 Signos e Instrumentos

Os signos são elementos que representam algo para as pessoas. Eles podem ser palavras, gestos, símbolos ou outros elementos que possuem um significado

compartilhado. Para Vygotsky, os signos são importantes porque permitem que as pessoas se comuniquem e compartilhem conhecimento. Através dos signos, as pessoas podem transmitir ideias, conceitos e informações para outras pessoas, permitindo que o conhecimento seja construído e compartilhado (CHAIKLIN, 2011).

Os instrumentos são objetos ou ferramentas que as pessoas usam para realizar tarefas específicas. Eles podem variar desde utensílios domésticos até tecnologias avançadas, como computadores e smartphones. Para Vygotsky, os instrumentos são importantes porque permitem que as pessoas realizem tarefas que, de outra forma, seriam difíceis ou impossíveis de serem executadas. Além disso, os instrumentos também afetam o modo como as pessoas pensam e se comportam, influenciando o desenvolvimento cognitivo (MOREIRA, 1999).

Os signos e instrumentos são importantes para Vygotsky porque permitem que as pessoas interajam com o mundo ao seu redor de maneira significativa. Através da interação com os signos e instrumentos, as pessoas desenvolvem novos conhecimentos e habilidades, melhorando seu desempenho em tarefas específicas (MOREIRA; GRECA, 2003). Além disso, a interação com os signos e instrumentos também afeta a maneira como as pessoas pensam e se comportam, influenciando seu desenvolvimento cognitivo (PEREIRA; LIMA JUNIOR, 2014).

Segundo Moreira (1999), signos e instrumentos são elementos culturais que são compartilhados entre as pessoas. Dessa forma, o uso dos signos e instrumentos é influenciado pelas normas e valores culturais que regem a sociedade. Isso significa que o desenvolvimento humano é influenciado pelas normas e valores culturais que são transmitidos através dos signos e instrumentos, podendo eles estarem ligados a fatores regionais ou ligados a áreas da ciência, a física, a química, a biologia, a astronomia e diversas outras áreas que poderiam ser citadas aqui possuem signos próprios de suas áreas (PEREIRA; LIMA JUNIOR, 2014).

A Astrobiologia por ser um campo científico que estuda a origem, evolução, distribuição e futuro da vida no universo, utiliza signos de diversas áreas do conhecimento, como por exemplo na busca por sinais de vida em outros planetas, como a presença de oxigênio na atmosfera ou a existência de água líquida. Esses sinais são considerados signos da vida, pois representam a presença de seres vivos em um determinado ambiente (MOREIRA, 1999).

Os instrumentos, por sua vez, são objetos ou ferramentas que permitem que as pessoas realizem tarefas específicas. Na Astrobiologia são utilizados instrumentos

como os telescópios para observar planetas distantes e espectrômetros para analisar a composição de gases em atmosferas planetárias (PEREIRA; LIMA JUNIOR, 2014). Neste caso podemos considerar os planetas analisados como signos, assim como a composição atmosférica destes astros.

Portanto, pode-se entender a importância dos signos e instrumentos de Vygotsky na Astrobiologia como elementos que nos permitem estudar e compreender como a vida pode ocorrer em outros planetas, melhorando nosso conhecimento sobre o universo e a existência da vida.

#### 4.2.1.4 Motivação

Um aspecto fundamental do referencial de Vygotsky, segundo Moreira (1999) é a noção de que a motivação é um construto social, ou seja, ela é influenciada pelos contextos culturais e pelas interações sociais. De acordo com Vygotsky (1998), a motivação é um processo complexo que envolve tanto aspectos afetivos como cognitivos. A motivação é influenciada pela percepção que o aluno tem de si mesmo e de suas habilidades, pelas expectativas que o professor e outros alunos têm em relação a ele, bem como pelo grau de desafio que as atividades propostas apresentam.

Como já dito anteriormente, para Vygotsky (1978) o conhecimento construído pela interação social e cultural dos indivíduos. Defendendo então a importância de uma educação que promova a compreensão da ciência como um processo social e histórico, contribuindo para uma formação mais crítica e reflexiva dos alunos (MOREIRA, 1999). Nesse sentido a Astrobiologia pode ser vista como um exemplo de como a interdisciplinaridade e a motivação podem ser abordadas pela teoria de Vygotsky. A Astrobiologia é uma ciência que envolve conhecimentos de várias áreas, como astronomia, biologia, geologia, entre outras. Ao integrar esses conceitos, a Astrobiologia pode ser um campo fértil para o desenvolvimento dos alunos, bem como para a construção de uma compreensão mais ampla e crítica da ciência e do social. Visto que ao estudarmos a Astrobiologia compreendemos cada vez mais como a vida é rara no Universo, e como é improvável que a raça humana possa viver em outro local fora da Terra. Isso mostra o quão importante é cuidarmos do nosso planeta e das pessoas que nos cercam, trazendo assim, ainda maior valor e comunicação com o aluno.

### 4.3 TEORIA DA MEDIAÇÃO COGNITIVA (TMC)

Proposta por Campello de Souza (2004) em sua tese de doutorado, a Teoria de Mediação Cognitiva em Rede propõe explicar os processos de cognição humana por meio de uma teoria de cognição, que relaciona os processos de desenvolvimento, evolução e manifestação com as novas tecnologias. Essa proposta justifica sua utilização neste trabalho, que visa utilizar equipamentos digitais em sua abordagem em sala de aula.

A Teoria da Mediação Cognitiva em Rede (TMC) continua sendo alvo de diversas pesquisas produzidas pelo seu autor, que em 2012 publicou um estudo onde foram coletados dados de 1291 indivíduos em 46 municípios de Pernambuco. A continuidade dos estudos sobre a TMC (SOUZA, 2012) se justifica pela alta demanda de avanço tecnológico e pelo surgimento de novas plataformas e redes sociais, que influenciam no processo de cognição de indivíduos de diversas idades, mas que se acentua quando falamos de criança, adolescentes e jovens adultos, onde de acordo com uma pesquisa realizada pelo Centro Regional para o Desenvolvimento de Estudos sobre a Sociedade da Informação (Cetic.br), em 2021, 95% dos participantes que se encontram na faixa etária dos 10 ao 15 anos haviam realizado o uso de aparelhos celulares nos últimos 3 meses, porcentagem que aumenta para 97% quando falamos de jovens de 16 a 24 anos de idade.

Segundo Campello de Souza (2012) a TMC é uma síntese de diversas teorias psicológicas que busca fornecer uma abordagem contextualista, construtivista e de processamento de informações para a inteligência humana. A TMC tem um foco especial na compreensão das mudanças socioculturais e psicológicas associadas à Revolução Digital, onde os impactos das tecnologias digitais no pensamento humano são explicados como um fenômeno de processamento de informações com mecanismos internos e externos ao cérebro. A teoria prevê ainda o surgimento de uma Hipercultura, caracterizada por novas formas de pensamento e com diversos ganhos no desempenho cognitivo

De acordo com a TMC, os seres humanos usam estruturas externas para complementar o processamento de informações realizado por seu cérebro orgânico, um processo chamado "Mediação". A Mediação consiste em um objeto, processamento interno, mecanismos internos e mecanismos externos. O objeto é o item físico, conceito abstrato, problema, situação ou relação sobre o qual o indivíduo

está tentando construir conhecimento. O processamento interno é a atividade cerebral fisiológica que executa as operações lógicas básicas do indivíduo. Os mecanismos internos são estruturas mentais que gerenciam algoritmos, códigos e dados que permitem a conexão, interação e integração entre o processamento interno do cérebro e o processamento extracerebral (FREITAS, 2019) feito pelas estruturas no ambiente. Os mecanismos externos podem variar de objetos físicos simples a indivíduos e grupos com atividades sociais complexas, sistemas simbólicos e ferramentas (ou artefatos). O aspecto fundamental da Mediação Cognitiva é o conjunto de mecanismos internos do indivíduo, que torna possível usar estruturas externas como dispositivos auxiliares de processamento de informações, mas também funcionam como "máquinas virtuais" internas que fornecem novas funcionalidades cognitivas e moldam a forma como o pensamento ocorre (SOUZA, 2004).

Um exemplo concreto do uso de dispositivos auxiliares de processamento de informações são os smartphones. Os smartphones podem ser entendidos como objetos físicos que atuam como mediadores entre o usuário e o ambiente ao redor. Por meio do uso de aplicativos, ferramentas e funções diversas, os smartphones possibilitam a conexão, interação e integração entre o processamento interno do cérebro e o processamento extracerebral feito pelas estruturas no ambiente (SOUZA, 2004). Dessa forma, os smartphones são capazes de fornecer novas funcionalidades cognitivas que moldam a forma como o pensamento ocorre.

Além disso, os smartphones também funcionam como uma extensão da memória do usuário, permitindo que informações e dados sejam armazenados e acessados de maneira rápida e eficiente (SOUZA, 2004). Por exemplo, o uso de agendas, lembretes e aplicativos de notas permite que o usuário organize suas atividades e tarefas de forma mais eficiente, liberando espaço na memória para outras informações.

Assim, o uso de smartphones pode ser compreendido como um exemplo prático da Teoria da Mediação Cognitiva, demonstrando como os dispositivos auxiliares de processamento de informações podem ser utilizados para complementar e expandir as capacidades cognitivas do usuário. É importante ressaltar que a Mediação Cognitiva não se limita apenas ao smartphones mesmo durante o seu uso, mas é um fenômeno mais amplo que envolve a interação constante entre o cérebro e o ambiente ao redor, por meio de uma variedade de dispositivos e estruturas (SOUZA, 2004).

Para integrar o processamento de informações realizado pelo cérebro e pelos mecanismos externos, deve haver um link lógico entre esses dispositivos computacionais. Segundo Campello de Souza (2012) esse link pode ser alcançado por meio de uma representação mental de um sistema físico composto por um conjunto de "teoremas em ação", como descrito pela Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. O desenvolvimento desse mecanismo interno ocorre por meio da interação entre o indivíduo e o sistema físico correspondente, um processo referido como "equilíbrio" na Epistemologia Genética de Piaget. O processo de Mediação permite que os indivíduos melhorem sua capacidade computacional e seus poderes cognitivos por meio de um processamento distribuído entre o cérebro e os auxílios externos, além de fornecer-lhes ferramentas lógicas que aprimoram sua competência em domínios específicos (SOUZA, 2004).

É importante ainda destacar que segundo Campello de Souza (2004) A Mediação Cognitiva só ocorre se houverem mecanismos internos capazes de sustentar a comunicação e controle da Mediação em relação aos possíveis processamentos extracerebrais. Isso significa que o indivíduo deve possuir um conjunto de conhecimentos e habilidades que lhe permitam acessar e utilizar esses mecanismos externos.

No contexto da aplicação da Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) em sala de aula, o papel do professor é fundamental para identificar se os estudantes possuem mecanismos internos capazes de compreender a mediação por meio do processamento externo. Nesse sentido, é importante que o docente ofereça auxílios externos que possam ser internalizados pelos alunos e posteriormente acomodados, permitindo, assim, o desenvolvimento cognitivo deles (SOUZA, 2004).

Campello de Souza (2004) destaca a preferência dos entrevistados por representações visuais, o que se justifica quando se trabalha com temas como a Astrobiologia, que apresenta conceitos desconhecidos pela maioria dos estudantes ou que não são comumente relacionados à área. Por conseguinte, é crucial utilizar imagens, vídeos e esquemas que fortaleçam os mecanismos internos dos estudantes, relacionando-os a temas já conhecidos, a fim de permitir uma comunicação mais eficaz e controle da mediação dos conceitos abordados.

Dessa forma, no que concerne à busca por vida extraterrestre, é essencial que os estudantes tenham compreensão mínima do próprio conceito de vida na Terra, identificando a relevância da água e do carbono como elementos fundamentais para

a vida tal qual a conhecemos (OFFERDAHL, PRATHER, SLATER, 2002). Tal entendimento possibilitará aos alunos relacionar seus mecanismos internos com o processo de mediação apresentado pelo professor (FREITAS, 2019).

Conforme mencionado anteriormente como um exemplo dos processos de mediação entre os mecanismos internos e externos, os smartphones foram utilizados como objetos físicos para facilitar a transmissão de informações. Similarmente, a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) pode ser aplicada na condução de atividades de pesquisa em diversas plataformas digitais (SOUZA, 2004). Nesse sentido, os estudantes podem utilizar equipamentos eletrônicos para encontrar informações pertinentes aos conteúdos estudados, e em seguida, processar e organizar as informações mais relevantes para a produção final, seja esta textual ou ainda mais complexa, como uma apresentação destinada aos colegas e professores. Nessa atividade em questão, as plataformas digitais desempenham o papel de mediadores entre o processamento extracerebral (caracterizado pelas informações recém adquiridas durante a pesquisa) e os mecanismos internos dos estudantes (FREITAS, 2019), culminando no produto da atividade.

Pode-se então perceber que a Teoria de Mediação Cognitiva da Redes (TMC) oferece uma abordagem inovadora para compreender a relação entre a cognição humana e o mundo externo, incluindo o uso de tecnologias digitais (SOUZA, 2004). Com base nessa teoria, é possível identificar como a aprendizagem pode ocorrer de forma mais efetiva e eficiente, permitindo que professores criem ambientes de aprendizagem mais interativos e personalizados. Os professores podem utilizar a TMC para planejar suas atividades de ensino, tendo em mente como a mediação cognitiva ocorre na interação entre o aluno e o mundo externo. Além disso, é possível utilizar as tecnologias digitais para mediar a aprendizagem, fornecendo recursos e estratégias adicionais para apoiar o processo de construção do conhecimento.

#### **4.3.1 Mediação Cultural**

De acordo com Picanço (2022), a Mediação Cultural pode ser definida como as atividades humanas que derivam de sistemas simbólicos, práticas e artefatos culturalmente aceitos, tanto no âmbito do conhecimento tradicional quanto do conhecimento formal. Um exemplo de mediação cultural é trazido por Freitas (2019) em sua dissertação de mestrado, quando ele apresenta que um dos estudantes que

participaram de sua pesquisa utilizou como exemplo uma imagem da abertura da série de televisão norte-americana *The Big Bang Theory* para exemplificar a representação do átomo. Segundo Freitas (2019), o exemplo que o estudante trouxe emergiu como um aspecto cultural com o qual esse estudante estava inserido, mostrando como diferentes elementos culturais podem influenciar na cognição humana e nos processos de aprendizagem. Para um maior entendimento sobre o modelo atômico, esse estudante fez uma relação com algo presente em seu cotidiano e a partir dele construiu um novo significado. Esse exemplo torna-se relevante para o trabalho em questão, visto que serão utilizados elementos culturais de filmes e séries para uma maior compreensão de conceitos ligados à Astrobiologia.

#### **4.3.2 Mediação Social**

O ser humano é uma espécie extremamente social. Ele molda seus hábitos e maneira de agir através do convívio com outros indivíduos, resultando no surgimento de elementos culturais específicos em diferentes grupos, mesmo dentro de uma mesma cidade. Considerando o aspecto social, Souza (2004) incluiu em sua teoria a mediação social, que, segundo Freitas (2019), pode ser exemplificada quando uma pessoa A interage com uma pessoa B, que posteriormente irá interagir com uma pessoa C. Nesse contexto, as pessoas A e C não terão contato direto entre si, mas as ações e características da pessoa A podem ser transmitidas para a pessoa C através do intermediário B. Isso demonstra que o convívio em sociedade vai além das interações diretas com as pessoas com as quais convivemos, podendo ser influenciado também por indivíduos que nunca vimos.

Podemos relacionar o contexto da mediação social em sala de aula por meio de características próprias existentes dentro de cada turma. Essas características se moldam através do convívio constante entre os alunos, trazendo à tona peculiaridades individuais e de grupos. Elas podem ser observadas através das reações e do empenho apresentados pelos estudantes durante as atividades propostas pelo professor. Dessa forma, ao realizarmos atividades em grupo e com processos de compartilhamento, a mediação social estará presente durante as aulas, no processo de mediação cognitiva (SOUZA, 2004).

#### 4.4 BASE COMUM CURRICULAR (BNCC)

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento normativo elaborado pelo Ministério da Educação (MEC) no Brasil, que estabelece os elementos essenciais do currículo escolar que devem ser desenvolvidos ao longo da Educação Básica. A BNCC tem como objetivo servir como referência para a elaboração dos currículos das escolas públicas e privadas, orientando a organização do ensino e da aprendizagem em conformidade com os princípios estabelecidos (BRASIL, 2017).

A BNCC foi instituída pela Lei nº 13.415/2017, como parte da reforma do Ensino Médio no Brasil, e foi construída de forma participativa, com ampla consulta à sociedade, envolvendo educadores, especialistas, gestores, estudantes e outros atores do campo educacional. Ela define as competências, habilidades e conhecimentos que os estudantes devem desenvolver em cada etapa da Educação Básica, considerando princípios como a equidade, a inclusão, a diversidade e a contextualização (BRASIL, 2017).

A BNCC organiza-se em áreas do conhecimento, tais como Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas, e apresenta as aprendizagens esperadas em cada ano ou série escolar. Ela serve como referência para a elaboração dos currículos pelas redes de ensino e escolas, que têm autonomia para adequá-la à sua realidade local e às necessidades de seus alunos. Os estudantes no Brasil em 2017 foram impactados por uma das significativas inovações introduzidas pela nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que consistiu na inclusão de três eixos temáticos a serem trabalhados durante o ensino fundamental. Dentre esses eixos, destaca-se o TERRA E UNIVERSO, que incorpora a astronomia como conteúdo a ser abordado de forma abrangente no componente curricular de ciências. Isso envolve a exploração de objetos de conhecimento, tais como "Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo", "Astronomia e cultura", "Evolução estelar", "Ordem de grandeza astronômica" e "Vida humana fora da Terra".

Ao trabalhar com a nova organização da BNCC, é possível constatar que, além dos conteúdos que previstos é possível abordar nas suas aulas, tópicos ainda pouco explorados, como a Astrobiologia, em virtude de sua abordagem interdisciplinar. Isso possibilita abordar questões fundamentais, como a origem do Universo, a origem da vida na Terra, a existência de vida em outros locais do Universo e a possibilidade de encontrar formas de vida extraterrestre. Questões que também se alicerçam em

objetos de conhecimentos pertencentes a outros eixos temáticos a serem trabalhados no ensino fundamental, como “Aspectos quantitativos das transformações químicas”, “Estrutura da matéria”, “Radiações e suas aplicações na saúde”, “Hereditariedade” e “Ideias evolucionistas”.

## **5 METODOLOGIA**

Este capítulo do trabalho apresenta todas as etapas da metodologia utilizada no desenvolvimento desta pesquisa. Apresentando sua população alvo, os procedimentos de aplicação e método de análise dos dados obtidos, conforme projeto de pesquisa elaborado, submetido e aprovado pelo comitê de ética através do parecer 5.729.861, em 28 de outubro de 2022.

### **5.1 AMOSTRA**

A proposta de sala de aula foi implementada junto aos estudantes do nono ano do ensino fundamental em uma instituição de ensino privada situada em Canoas, no estado do Rio Grande do Sul. O estudo envolveu 19 alunos e foi conduzido ao longo de 12 sessões de aula, cada uma com duração de 50 minutos, totalizando 600 minutos de atividades.

### **5.2 PROCEDIMENTO**

O desenvolvimento deste trabalho com os estudantes foi realizado em quatro etapas: a aplicação de um pré-teste antes da sequência didática, a etapa expositiva do conteúdo, a construção e apresentação de um plano de viagem exploratório em outro astro do sistema solar e por fim, a aplicação do pós-teste buscando investigar as mudanças nas concepções dos estudantes após a sequência didática.

#### **5.2.1 Questionário**

A primeira e a última etapas foram desenvolvidas através da aplicação de um questionário via Google formulários. A construção do questionário foi realizada com base nos trabalhos desenvolvidos por Hansson e Redfors (2013) e por Offerdahl, Prather, Slater (2002), buscando compreender as concepções pré-instrucionais dos estudantes sobre fatores importantes relacionados a Astrobiologia e a influência da sequência didática apresentada após a aplicação do primeiro questionário. O questionário contou com perguntas abertas buscando uma melhor compreensão das concepções dos estudantes, que deveriam sempre justificar suas respostas.

O questionário aplicado trouxe as seguintes perguntas aos estudantes:

Tabela 2: Perguntas presentes no questionário

Número da pergunta	Pergunta
1	A luz solar é necessária para a vida?
2	Água líquida é necessária para vida existir?
3	É possível o surgimento de vida em um local onde não haja oxigênio?
4	Existe água em outro local do nosso sistema solar?
5	O planeta Terra apresenta os principais elementos para o desenvolvimento da vida, como oxigênio, carbono e nitrogênio. Esses elementos são encontrados em lugares fora da Terra?
6	Você acredita que existe alguma forma de vida em outros lugares do Universo?
7	Você acredita que existe vida inteligente em outros lugares do Universo?
8	Se você respondeu sim às perguntas 6 e(ou) 7, descreva como você imagina esta forma de vida.

Fonte: o autor

Após o encerramento da sequência didática foi aplicado novamente o questionário utilizado na primeira etapa da pesquisa, visando identificar as modificações nas respostas dos estudantes após o desenvolvimento das aulas. Para a análise dos dados obtidos através dos questionários foi utilizado o método de análise de conteúdo de Bardin (1977). O método de Bardin consiste em uma metodologia de pesquisa realizada em 3 etapas pré-análise, elaboração das categorias e apresentação e discussão dos resultados obtidas através do instrumento de pesquisa.

### 5.2.2 Etapa expositiva

A segunda etapa se deu pela introdução da temática da Astrobiologia com os estudantes. Esta etapa ocorreu em dois encontros de 2 períodos de 50 minutos.

A aula 1 se iniciou com a apresentação de imagens e trechos de filmes clássicos do cinema que apresentam seres extraterrestres, buscando relacionar a Astrobiologia com elementos da cultura pop com os quais os alunos já estão mais familiarizados. Para isso, foram utilizados personagens populares do cinema, como o ET do filme “ET: o extraterrestre”, Grogu do seriado “*The Mandalorian*”, também conhecido como *baby Yoda*, e ainda Jake Sully do filme *Avatar*. Ao apresentar estes

personagens, foi questionado aos estudantes as semelhanças destes e outros personagens mostrados com os seres humanos e com a vida na Terra. A ideia por trás destes questionamentos está ligada à pergunta 8 do questionário, que é refletir sobre como imaginamos que a vida fora da Terra é e quais elementos influenciam em nosso imaginário.

Após o primeiro momento de reflexão foi trabalhado com os alunos a química da vida como conhecemos. Neste ponto foram apresentadas as estruturas químicas presentes nas quatro estruturas básicas para a vida existente no planeta Terra, sendo elas água, proteína, ácido nucleico e glicídios. Destacando que as quatro estruturas são constituídas dos mesmos elementos químicos Oxigênio (O), Hidrogênio (H), Carbono (C) e Nitrogênio (N), o que mostra a importância destes elementos para vida que conhecemos. Além destes quatro elementos foram também apresentados os demais elementos químicos que são importantes para formação de redes mais complexas.

Na sequência da aula 1, foi passado para os alunos um breve trecho do episódio 25 da série de ficção *Star Trek*, onde uma criatura misteriosa chamada *Horta* faz uma aparição. Esta criatura, diferentemente da vida encontrada na Terra, tem como elemento base o Silício, elemento químico com diversas propriedades iguais ao do elemento carbono. A apresentação da *Horta* tem como objetivo questionar os estudantes sobre como poderia ser uma forma de vida baseada em diferentes elementos químicos, reforçando que quando falamos sobre vida extraterrestre, normalmente imaginamos algo parecido com o que temos na Terra, o que representaria uma evolução também utilizando os mesmos elementos encontrados em nosso planeta. Após a apresentação deste trecho do seriado, foi apresentado aos alunos como o elemento químico silício poderia substituir o elemento carbono em diversas ligações, podendo ser o elemento base para o surgimento de forma de vida diferentes das que conhecemos. Em contraponto, também foi discutida a instabilidade apresentada por este elemento quando exposto a determinadas substâncias, o que torna quase impossível que a vida surja com base no silício.

A segunda aula foi dividida em duas etapas. No primeiro momento, foi trabalhado com os estudantes o conceito de zona habitável, o que nos remete diretamente às perguntas 1 e 2 do questionário respondido pelos estudantes. Para isso, foi utilizada uma apresentação contendo as condições necessárias para que um

astro esteja em uma zona habitável, além de ilustrações buscando melhorar o entendimento dos estudantes sobre os conteúdos trabalhados.

No segundo momento da aula 2, foram apresentados os seres vivos que habitam em ambientes extremos, conhecidos como extremófilos. Para apresentar esses seres, iniciou-se uma viagem através dos ambientes extremos da Terra, locais onde por muito tempo acreditava-se ser impossível existir vida, sendo eles locais com temperaturas abaixo de  $-200^{\circ}\text{C}$  e acima de  $150^{\circ}\text{C}$ , resistir a pressões extremamente altas e baixas. Após a apresentação destes ambientes e dos diferentes filos existentes nestes ambientes, foi passado aos alunos um curto vídeo, em formato de *reels* da plataforma Instagram, para que os alunos pudessem visualizar exemplares de tardígrados, um ser capaz de sobreviver em uma série de ambientes extremos e que se tornou mais popular após a aparição em filmes da franquia Marvel.

### **5.2.3 Plano de Viagem**

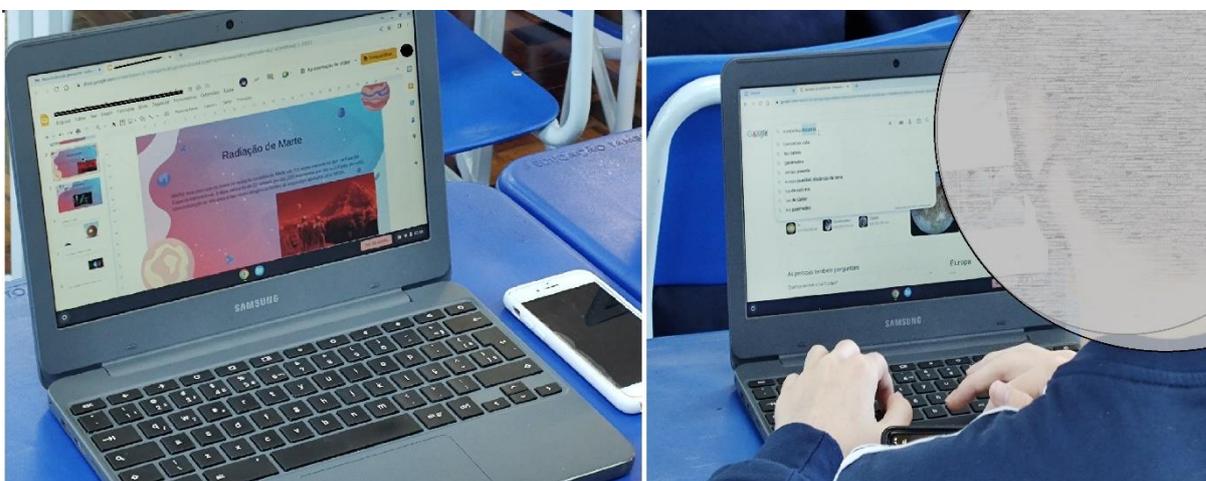
A terceira etapa da aplicação da sequência didática ocorreu através da aplicação de uma atividade com os estudantes, este período de aplicação teve duração de 6 períodos de 50 min, divididos em 3 encontros de 2 períodos.

Inicialmente os estudantes foram orientados acerca da proposta da atividade, de modo a compreenderem o que deveria ser desenvolvido, consistindo na organização de um plano de viagem, que teve como objetivo investigar a possibilidade de existência de vida, seja passada, presente ou futura, no planeta Marte ou na lua de Júpiter Europa. Para a realização desta atividade os estudantes foram organizados em grupos de até 5 integrantes, desta maneira todos puderam trabalhar de forma conjunta para a realização das atividades propostas. Visando uma atividade integradora ao final da produção dos estudantes, metade dos grupos ficou com a missão de construir os planos de Exploração de Marte, já a outra metade com a missão de planejar a viagem investigativa para Europa.

O objetivo de separar os grupos em viagens a astros diferentes foi fazer com que eles discutissem os diferentes fatores da busca por formas de vida fora da Terra, já que quando falamos de Marte, trabalhamos com a busca de indícios de que a vida já existiu no planeta ou se ela ainda existe. Quando falamos de Europa relacionamos ao possível surgimento da vida em fumarolas, uma das hipóteses que buscam explicar o surgimento da vida na Terra.

Para essa construção, os estudantes precisaram pesquisar sobre quais formas de vida poderiam existir nos astros apresentados, assim como, levar em consideração fatores como distância entre a Terra e o astro, a incidência de radiação, atmosfera local, a temperatura e ainda distribuição de recursos no astro. Para ajudar os alunos foram apresentados o site oficial de exploração a Marte desenvolvido pela NASA (<https://mars.nasa.gov/>) e o site de exploração de Europa, também desenvolvido pela NASA (<https://europa.nasa.gov/>). Os sites serviram como ponto inicial de pesquisa para os estudantes por serem plataformas dinâmicas e ricas em conteúdo ligados a Astrobiologia.

Figura 12: Utilização dos chromebooks na construção dos planos de viagem.



Fonte: a pesquisa.

Para o desenvolvimento da atividade os estudantes utilizaram os *Chromebooks* disponíveis na escola. A utilização destes equipamentos se deu durante os três encontros desta etapa, servindo como ferramenta para os estudantes realizarem pesquisas em sites e canais de divulgação científica e através de periódicos e no processo de construção dos planos de investigação, que foram apresentados através de plataformas como Apresentações Google ou Canvas. Os *chromebooks* foram utilizados também como recurso durante as apresentações dos trabalhos produzidos pelos estudantes, para seus colegas de turma, junto a discussão sobre as reais possibilidades de encontrarmos vida fora do nosso planeta, visando uma troca rica entre os estudantes.

Nesta etapa, cada grupo apresentou o plano de viagem construído por eles, destacando aspectos como o nome da nave que iriam utilizar na viagem, a rota e o plano de viagem a ser adotado. Eles também mencionaram se a missão seria tripulada

ou não, quais as principais pesquisas que eles planejavam desenvolver e quais as características do astro que deveriam investigar, como composição química, fonte de energia, radiação, temperatura média, gravidade e características geológicas. É importante ressaltar que, mesmo trabalhando com astros semelhantes, os grupos apresentaram planos de viagens bastante distintos entre si.

Figura 13: Construção dos planos de viagem.



Fonte: a pesquisa.

#### 5.2.4 Análise dos resultados

A análise dos resultados obtidos através da aplicação do pré e pós teste foi de base qualitativa utilizando questionário com questões abertas. Uma parcela delas foi examinada com Análise de Conteúdo de Bardin (1977), utilizando as etapas de pré-análise; exploração do material; tratamento dos resultados, inferência e interpretação e a outra parcela com a conversão das respostas abertas em quantificações apresentadas por frequências relativas.

A etapa de pré-análise foi realizada através da leitura flutuante das respostas dos estudantes buscando a identificar os principais temas abordados pelos estudantes em suas respostas e organizar o *corpus* de análise.

Na etapa de exploração do material foi realizada a categorização das respostas estudantes utilizando critérios de frequência e expressividade de palavras conteúdos e contextos presentes nas respostas dos estudantes. Na construção das categorias também foi levado consideração os dados obtidos na pesquisa de Prather, Slater e Offerdahl (2002).

A interpretação dos dados obtidos foi realizada valorizando a mensagem contida as respostas isso a relação com o contexto vivido em sala de aula, considerando os conteúdos trabalhados durante o ano letivo e posteriormente aqueles trabalhados durante a sequência didática sobre a Astrobiologia.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, é apresentado a análise das respostas obtidas após a aplicação dos pré e pós testes e da sequência didática. O capítulo é separado em três partes, a primeira apresenta análise dos conhecimentos prévios dos estudantes, sobre questões pertinentes a Astrobiologia. Na segunda parte é realizada a análise das respostas dos estudantes após a sequência didática e a discussão realizada em sala de aula. Para finalizar é realizada a comparação das respostas dadas pelos estudantes antes e depois da sequência didática.

### 6.1 CONHECIMENTOS PRÉVIOS

A primeira etapa de investigação junto aos estudantes, ocorreu teve com o objetivo identificar os conhecimentos prévios sobre temáticas relacionadas Astrobiologia. A seguir é apresentado análise das respostas dos estudantes.

1. *A luz solar é necessária para a vida? Explique sua resposta.*

Figura 14 – A luz solar é necessária para a vida? – pré-teste



Fonte: a pesquisa.

Conforme pode-se observar na Figura 14, a totalidade dos estudantes apontaram que a luz solar é um fator essencial para a existência da vida. Como justificativa para essa afirmação foram identificados os seguintes aspectos (Tabela 3):

Tabela 3 – Frequência de citações

Categorias	Frequência	Subcategorias	Frequência
Necessária para a fotossíntese	9	-	
Fonte de energia	9	Ciclo da água	1
Necessária para os humanos	3	Vitaminas	1

Fonte: a pesquisa.

A primeira categoria a ser destacada é referente à necessidade da luz solar para a ocorrência da fotossíntese, citada por 9 dos 19 estudantes, de forma direta ou indireta. Por exemplo, quando citam que sem a luz solar as plantas não sobreviveriam e, conseqüentemente, os animais também seriam afetados. Neste ponto, observa-se que os alunos apresentam em suas respostas um dos conteúdos já estudados durante o ano letivo no componente curricular de ciências, onde foi trabalhada a unidade de ecologia. Outro ponto importante é que a justificativa da utilização da luz solar para a fotossíntese demonstra que, ao refletirem sobre a vida, os estudantes buscam as experiências próximas a eles.

A segunda categoria em destaque foi nomeada de “fonte de energia”, que buscou contemplar citações diretas aos termos “fonte de energia” e “fonte de calor”, assim como, menções a temperatura do planeta. Como citado pelo aluno 19:

*Aluno 19: “ela contribui para que o planeta não se torna um lugar completamente gelado e inabitável.”*

Ainda dentro desta categoria, foi utilizada uma subcategoria específica para o ciclo da água, com citado por um dos estudantes. O ciclo da água foi colocado aqui como uma subcategoria e não como uma categoria, por estar diretamente relacionado à luz recebida do Sol, responsável pelo movimento dos gases da atmosfera terrestre, influenciando no ciclo das chuvas e nas mudanças climáticas, sendo um elemento essencial para o ciclo da água.

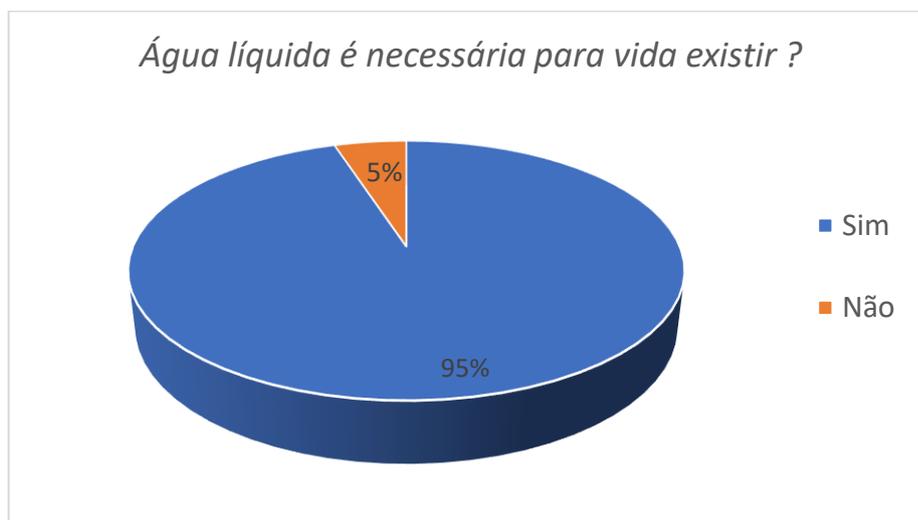
A última categoria apresentada nesta pergunta levou em conta a necessidade da luz solar para os seres humanos. Nesta categoria, foram contempladas respostas

que citam explicitamente os seres humanos de alguma forma, seja pela temperatura necessária para a vida humana ou pela produção de vitaminas. Por exemplo, um dos estudantes participantes da pesquisa citou o Sol como responsável pela produção de vitaminas, sugerindo que ele se referia à produção da vitamina D, mesmo que não tenha nomeado especificamente.

## 2. Água líquida é necessária para vida existir?

Ao questionar os alunos sobre a necessidade da existência da água líquida para que a vida possa existir em determinado local, os alunos quase unanimemente afirmaram que sim, a água líquida é um elemento essencial para a existência da vida. Conforme apresentado no gráfico (Figura 15) abaixo, 95% dos estudantes pesquisados responderam afirmativamente a esta pergunta. O único aluno que respondeu que a água líquida não era necessária justificou sua resposta, afirmando que a existência da água em outro estado físico já seria suficiente para a vida poder existir, o que demonstra que 100% dos estudantes consideram a água como um fator determinante para a vida ao responderem a essa pergunta.

Figura 15 – Água líquida é necessária para vida existir? – pré-teste



Fonte: a pesquisa

Para análise das respostas positivas apresentadas pelos estudantes, elas foram separadas em 4 grandes categorias, conforme apresentado na tabela a seguir:

Tabela 4: Categorias de análise sobre a necessidade da água para existência da vida.

Categorias	Frequência	Subcategorias	Frequência
Por que os animais precisam da água	3	-	-
Necessária para o corpo humano	8	-	-
Base da vida	3	Nutrientes	2
Origem da vida	2		

Fonte: a pesquisa

Na tabela 4, é possível observar que a principal relação feita pelos estudantes com a importância da água líquida para a vida está diretamente ligada à necessidade da água para o corpo humano. Isso mostra que o conceito de vida dos estudantes está ligado à vida como conhecemos. Outro ponto importante nesta categoria é a relação entre o conceito de vida e a vida humana, uma vez que, até o momento da pesquisa, não havia sido feita nenhuma referência aos seres humanos, nem no questionário, nem por parte do pesquisador. Isso demonstra uma visão egocêntrica do que é considerado vida.

A segunda categoria destacada nesta análise é a necessidade da água para a sobrevivência dos animais, citada por três estudantes. O surgimento desta categoria reforça a visão egocêntrica mencionada no parágrafo anterior, pois separa o ser humano dos demais animais. Além disso, é importante destacar que não houve menção à influência da água sobre plantas e fungos.

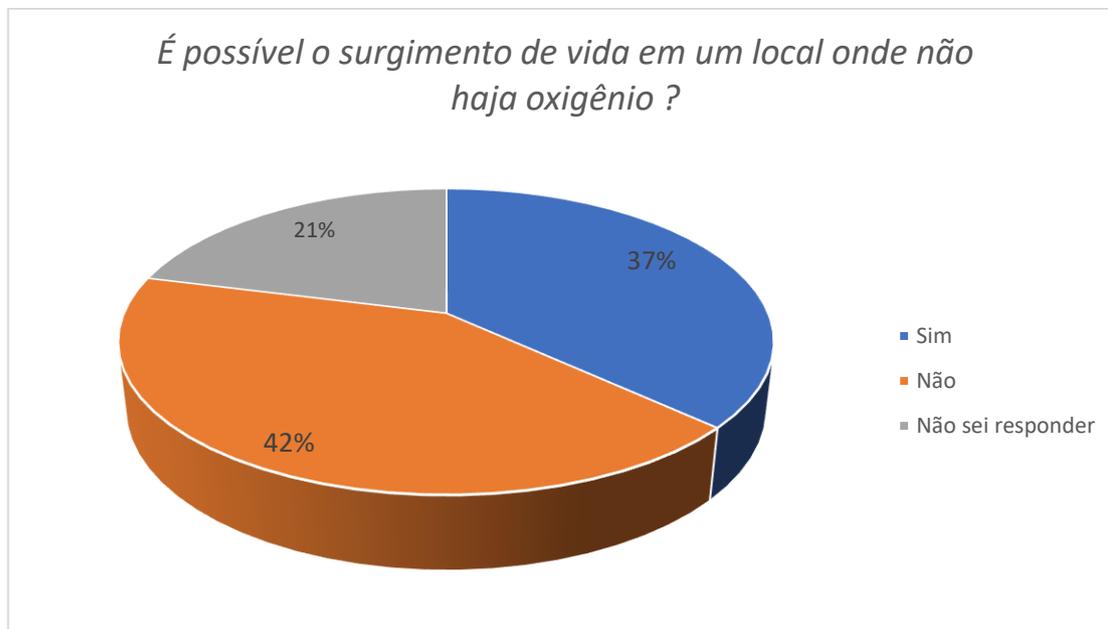
A terceira categoria é chamada de base da vida, mencionada por três estudantes que destacam a água como um dos fatores basilares para a existência da vida. A próxima categoria destacada foi a chamada de origem da vida, mencionada por dois estudantes que destacam a importância da água para o surgimento da vida em determinados locais. Esta categoria está relacionada à anterior, que menciona a água como base para a existência da vida.

### 3. *É possível o surgimento de vida em um local onde não haja oxigênio?*

Ao questionar os estudantes sobre a possibilidade de a vida surgir em um local onde não houvesse oxigênio, as respostas obtidas foram variadas: 42% dos estudantes responderam que não, enquanto 37% acreditam que a vida pode surgir

em um local sem oxigênio e 21% dos entrevistados disseram não saber responder a esta pergunta.

Figura 16: – É possível o surgimento de vida em um local onde não haja oxigênio? – pré-teste



Fonte: a pesquisa.

Para a organização da análise das respostas dos estudantes, foram separadas as respostas positivas e negativas em tabelas distintas, com categorias apropriadas para as afirmações positivas ou negativas. A tabela 5 apresenta duas categorias utilizadas para classificar as respostas positivas dos estudantes, onde três dos sete estudantes que acreditam que a vida possa surgir sem oxigênio justificaram suas respostas, argumentando que pode haver uma forma de vida diferente da encontrada na Terra e que essa vida não precisa depender de oxigênio.

A segunda categoria apresentada para classificar as respostas dos estudantes agrupa as afirmações que afirmam que nem todos os seis seres vivos necessitam de oxigênio para sobreviverem. É importante destacar que, na pergunta, não ficou claro se o oxigênio mencionado se refere ao elemento químico ou ao gás oxigênio. Entretanto, considerando as respostas dos estudantes que afirmam que o oxigênio não é necessário, podemos interpretar que se referem ao gás oxigênio. Isso ocorre porque, em uma questão anterior, todos os estudantes responderam que a água é fundamental para a existência da vida, sendo a água formada por um átomo de oxigênio e dois de hidrogênio. Portanto, seria incoerente afirmar que o elemento químico oxigênio não é necessário para a vida. É importante ressaltar que, no

momento em que a pesquisa foi realizada, os estudantes já tinham estudado a tabela periódica e as ligações químicas, o que os capacitou a compreender a diferença entre o elemento e a molécula.

Tabela 5: Categorias negativas de análise – necessidade do oxigênio.

Categorias	Frequência
Vida diferente da Terra	3
Nem todos os seres vivos precisam de oxigenio	4

Fonte: o autor

Para a análise das respostas dos estudantes que acreditam que a vida não pode existir sem oxigênio, foram utilizadas duas categorias: "Toda forma de vida precisa de oxigênio" e "Vida na Terra". Para a categoria "Toda forma de vida precisa de oxigênio", foram desenvolvidas duas subcategorias: "Respiração" e "Necessário para a vida humana". A primeira categoria agrupa as respostas dos estudantes que afirmam que todas as formas de vida precisam de oxigênio de alguma forma. Para esta categoria, foram desenvolvidas duas subcategorias devido à complementação das respostas dadas pelos estudantes.

Dos estudantes que afirmaram que todas as formas de vida precisam de oxigênio, quatro deles mencionaram em suas respostas que essa necessidade ocorre devido ao processo de respiração realizado pelos seres vivos. A segunda subcategoria desenvolvida recebeu o mesmo número de menções que a primeira subcategoria, ocorrendo em quatro das cinco respostas que afirmavam que o oxigênio é necessário para a vida. Nelas, foi justificado que ele é necessário para a vida humana. Novamente, pode-se destacar que o conceito de vida para os alunos estava diretamente relacionado à vida humana.

Tabela 6: Categorias positivas de análise – necessidade do oxigênio

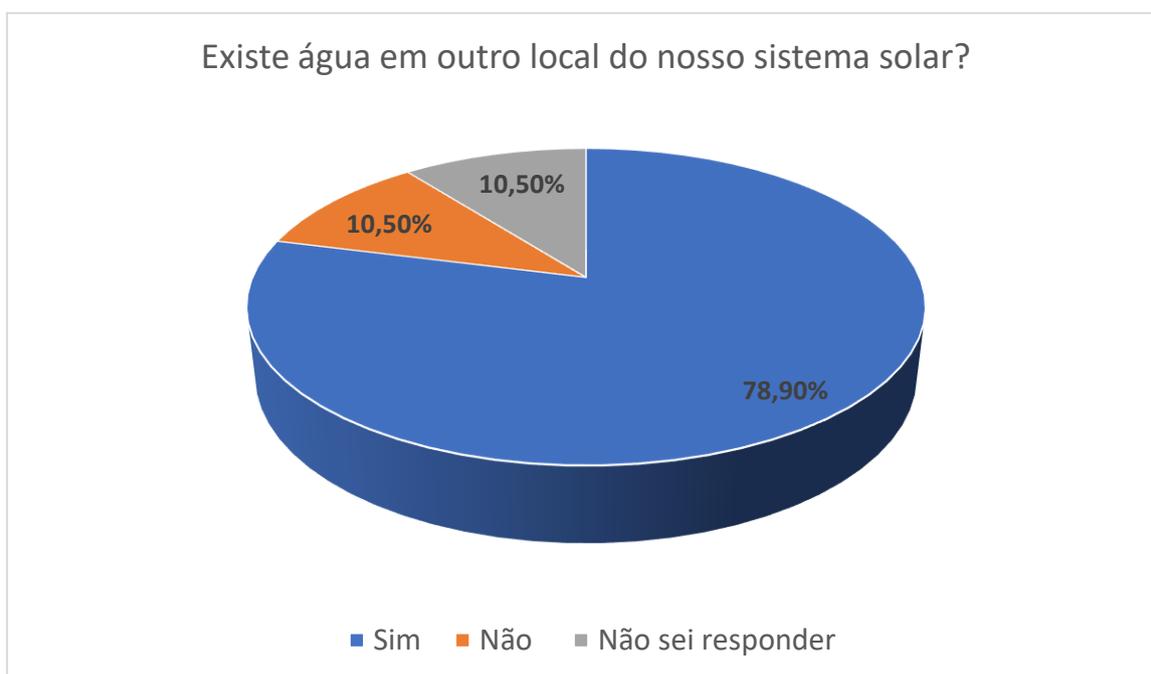
Categorias	Frequência	Subcategorias	Frequência
Toda forma de vida precisa de oxigenio	5	Respiração	4
		Necessário para vida humana	4
Vida na Terra	3	-	-

Fonte: a pesquisa

#### 4. Existe água em outro local do nosso sistema solar?

Ao questionar os estudantes sobre a existência de água em outros locais do Sistema Solar, constatou-se que 78,9% dos alunos afirmaram acreditar que sim, existe água em outros lugares do sistema, além do planeta Terra. Enquanto isso, 10,5% dos estudantes afirmaram que a água existe apenas na Terra, dentro do Sistema Solar, e outros 10,5% disseram não saber responder a essa pergunta.

Figura 17 – Existe água em outro local do nosso sistema solar? pré-teste



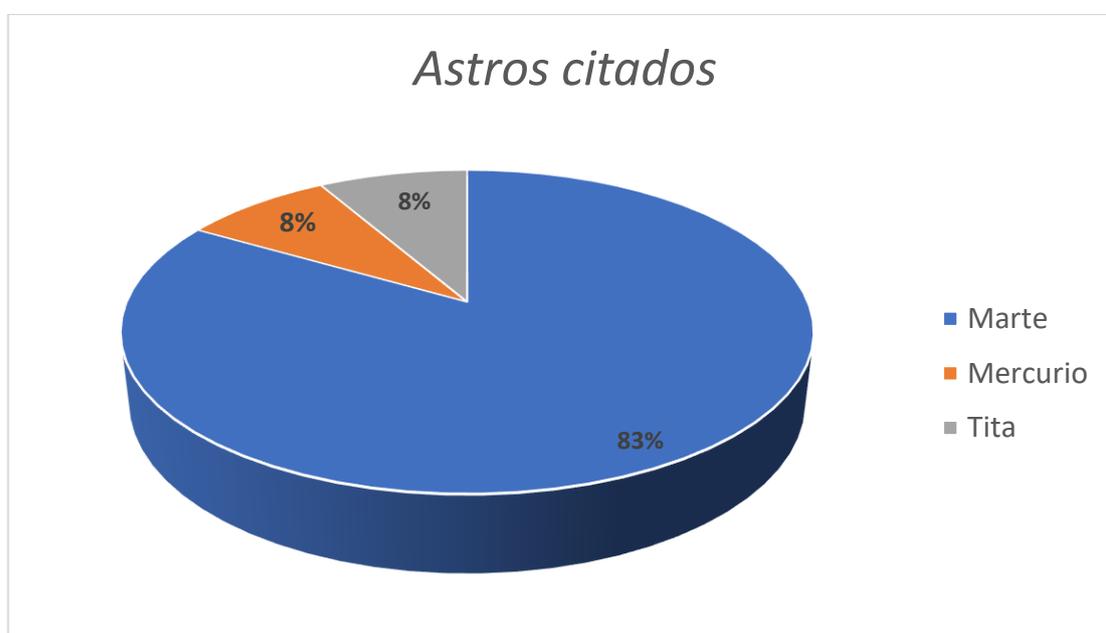
Fonte: a pesquisa.

Das respostas dos estudantes que acenaram positivamente para a existência da água em outros astros do nosso Sistema Solar, foram estabelecidas categorias e subcategorias para uma análise mais profunda. Assim, surgiram 3 categorias positivas principais. A primeira delas contém as respostas dos estudantes que afirmam que a água existe em outro planeta do Sistema Solar, sendo a resposta mais frequente entre os alunos que responderam positivamente à pergunta principal, correspondendo a 13 das 14 respostas positivas. Dentre esses 13 alunos, dez citaram o planeta Marte ao buscarem exemplos de planetas onde a água poderia existir. Pode-se associar as respostas desses estudantes à frequente exposição midiática, já que não é incomum que Marte assuma destaque na mídia por ser o planeta mais estudado, por diversas semelhanças com a Terra e por sua proximidade do nosso planeta. Outro planeta citado por um dos estudantes foi o planeta Mercúrio, o planeta mais próximo do Sol

que não possui atmosfera e é incapaz de manter a água, seja líquida, gasosa ou sólida, em sua região.

Uma outra categoria também foi estabelecida, embora com poucas respostas, referente à separação do aluno que afirmou a existência de água em uma lua do Sistema Solar. Neste caso, o aluno mencionou a lua Titã como um astro que poderia conter água em sua composição. Essa resposta ganhou uma categoria própria devido à existência de algumas luas no nosso Sistema Solar que de fato podem abrigar água em sua composição, sendo Titã um exemplo citado pelo estudante.

Figura 18 – Astros citados pelos estudantes – pré-teste



Fonte: a pesquisa.

Na última categoria relacionada às respostas positivas, as respostas dos estudantes que citaram que a água poderia existir em outros locais do Sistema Solar, mas em diferentes estados físicos, ou seja, locais onde a água não seria encontrada no estado líquido, mas sim poderia estar no estado sólido ou gasoso foram separadas. No total, 6 respostas dos estudantes contemplaram essa categoria, onde 5 citaram o estado sólido e uma afirmou que a água poderia existir no estado gasoso.

Tabela 7: Categorias positivas de análise – Água no sistema solar.

Categorias	Frequência	Subcategorias	Frequência
Existe água em outro planeta	13	Marte	10
		Mercúrio	1
Existe água em uma lua	1	Titã	1
Água em outros estados físicos	6	Sólido	5
		Gasoso	1

---

Fonte: a pesquisa

Ao analisar as respostas dos estudantes que afirmaram que a água só existe no planeta Terra, não foram encontradas grandes explicações do porquê isso ocorreria, assim como aconteceu com os alunos que afirmaram não saber responder.

Tabela 8: Categorias negativas de análise – Água no sistema solar.

Categorias	Frequência
Só existe água na Terra	2
Não soube explicar	2

---

Fonte: a pesquisa.

Ao analisar as concepções dos estudantes quanto à existência de água em outros locais do Sistema Solar, observa-se que a maioria deles entende que sim, a água não é uma substância exclusiva do planeta Terra, podendo estar presente em outros planetas ou até mesmo luas do Sistema Solar. Outro ponto muito importante a ser analisado é o quanto Marte é lembrado quando citamos um elemento tão essencial para a existência da vida.

*5. O planeta Terra apresenta os principais elementos para o desenvolvimento da vida, como oxigênio, carbono e nitrogênio. Esses elementos são encontrados em lugares fora da Terra?*

Na quinta pergunta do questionário, os alunos foram questionados quanto à possibilidade de encontrarmos elementos químicos base para a vida em outros locais

fora da Terra. Em relação a essa questão, nenhum estudante afirmou que esses elementos só podem ser encontrados na Terra. Dezesete deles disseram que sim, esses elementos estão presentes em outros locais do universo, e outros dois alunos disseram apenas não saber responder a essa pergunta. Podemos associar a compreensão dos estudantes de que os elementos químicos estão distribuídos no Universo talvez pelo fato de terem estudado a tabela periódica em trimestres anteriores, onde foi abordada a origem dos elementos químicos que compõem nosso Universo e, por consequência, também nosso planeta.

Tabela 9: Categorias positivas de análise – Elementos base.

Categorias	Frequência	Subcategorias	Frequência
Podem existir em varios locais	16	mas não todos no mesmo local	4
		em condicoes corretas para vida existir	1
		Pequenas quantidades (insuficientes para a vida)	3
Apenas em Marte	1	-	-

Fonte: a pesquisa.

Para uma melhor análise das respostas positivas dos estudantes, foram organizadas duas categorias de análise, sendo que uma delas possui 3 subcategorias, visando observar as especificidades dentro das justificativas apresentadas, enquanto a outra é uma análise isolada. A primeira categoria agrupa as respostas dos estudantes que afirmam que esses elementos químicos podem existir em diversos locais do universo, correspondendo a 16 das 17 respostas positivas. Dentre essas respostas, a primeira subcategoria a emergir refere-se aos estudantes que afirmam que, mesmo que esses elementos existem em diversos locais do universo, eles não estão presentes todos juntos em outro local além da Terra. Ou seja, para eles, a Terra é o único local que abrigaria todos esses elementos ao mesmo tempo.

A segunda subcategoria corresponde à resposta de um único estudante que afirmou que esses elementos devem existir em outros locais do universo em

quantidades corretas para que a vida possa se desenvolver. Já a terceira e última subcategoria agrupa a resposta dos estudantes que afirmaram que, mesmo que todos esses elementos estejam presentes em outros locais do universo, eles estão distribuídos em proporções erradas para que a vida possa surgir.

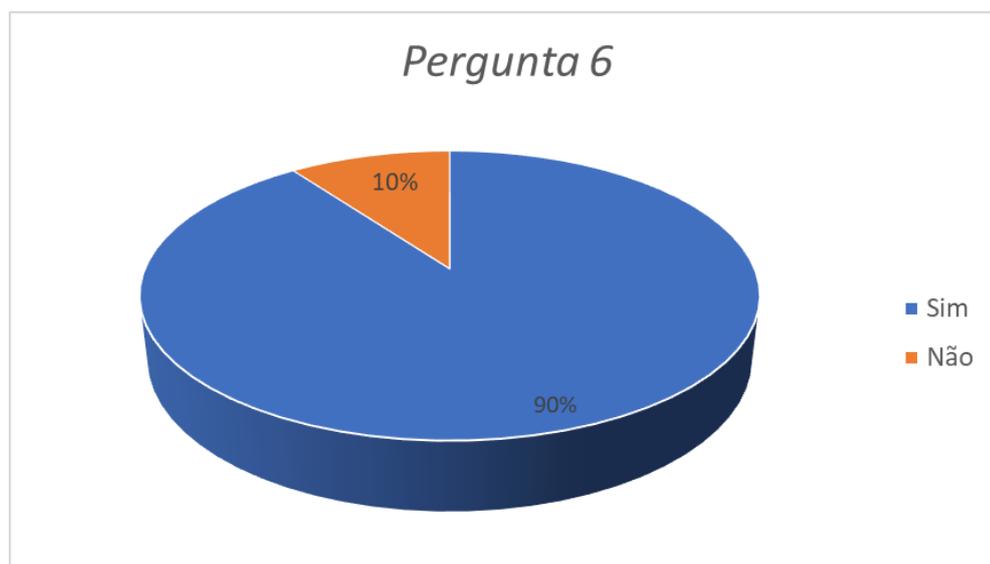
A segunda categoria de análise para esta questão abrange a resposta de um estudante que afirmou que, se a Terra for o único local que possui os elementos químicos básicos para a vida, o planeta Marte ganha destaque especial novamente na resposta dos estudantes.

Pode-se observar, através da análise das respostas dos estudantes, que, mesmo que eles afirmem que os elementos químicos necessários para a vida estejam presentes em diversos locais do universo, existe um certo ceticismo quanto à sua distribuição em uma forma que permita a vida existir.

#### 6. *Você acredita que existe alguma forma de vida em outros lugares do Universo?*

Na sexta pergunta do questionário, busca-se identificar as crenças dos estudantes em relação à possibilidade da existência de vida fora do planeta Terra. Ao responderem a essa pergunta, 90% dos alunos afirmam acreditar que sim, é possível encontrar vida em outros locais do universo, enquanto os outros 10% afirmam que não, a vida é exclusividade do planeta Terra.

Figura 19 – Você acredita que existe alguma forma de vida em outros lugares do Universo? – pré-teste



Fonte: a pesquisa

Para uma análise mais profunda das respostas dos estudantes, foram estabelecidas 5 categorias principais, sendo que uma delas possui 2 subcategorias de análise. A primeira categoria destacada nesta análise agrupa as respostas que mencionam a crença na existência de vida por meio de seres simples, citada por 3 dos estudantes, onde 2 deles destacaram as bactérias como a forma de vida mais provável fora da Terra, enquanto um estudante citou seres celulares. Neste caso, pode-se interpretar que o estudante se referia a seres unicelulares ou a microrganismos multicelulares.

A segunda categoria de análise foi a justificativa mais citada para explicar a crença na vida fora da Terra, que foi a percepção de que o universo é muito grande, aumentando a possibilidade de vida existir em outros locais. Pode-se ainda destacar que, quando o questionário foi aplicado aos estudantes, eles já haviam estudado a teoria do Big Bang e a composição do universo, ou seja, suas respostas podem ter sido influenciadas pelos conteúdos escolares já trabalhados.

Outra possibilidade explorada pelos estudantes e citada por 3 deles, é a possibilidade de um multiverso, alimentando a ideia de que a vida pode estar presente em outras terras de outros universos. esta possibilidade pode estar presente no imaginário dos estudantes por conta de filmes e séries de ficção científica da atualidade que abordam esta temática.

Tabela 10: Categorias de análise – formas de vida.

Categorias	Frequência	Subcategorias	Frequência
Forma de vida simples	3	Bactérias	2
		Células	1
Universo muito grande	12		
Multiverso	3	-	-
Vida não inteligente	1		
Não igual aos filmes	1		

Fonte: a pesquisa.

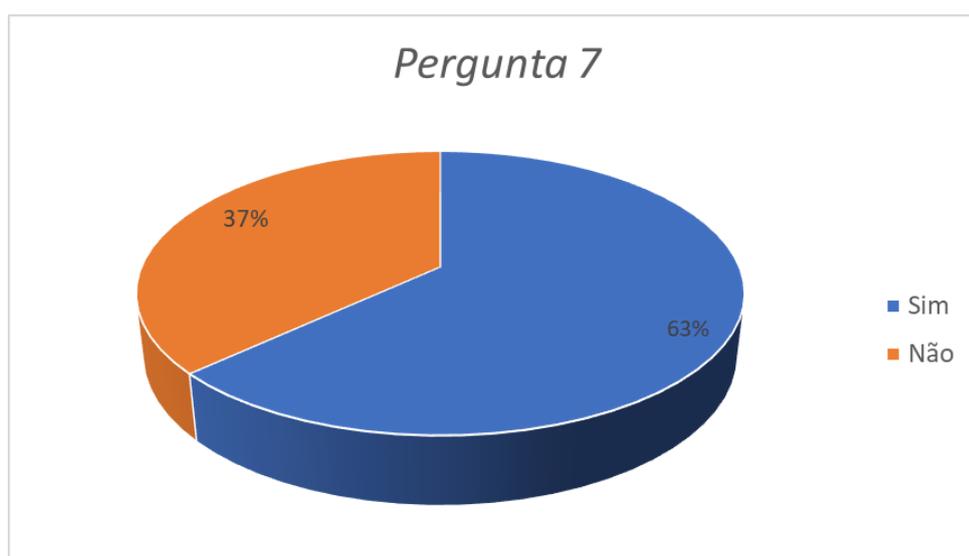
As últimas duas categorias que surgiram nesta análise tiveram apenas uma menção cada. A primeira categoria refere-se à afirmação de que o estudante acredita que a vida exista em outros locais do Universo, mas que essa vida não pode ser classificada como inteligente. Já a última categoria destaca um estudante que afirma acreditar na existência da vida fora da Terra, porém diz que ela será diferente daquela apresentada em filmes.

Ao analisar as respostas dos estudantes quanto à crença na existência ou inexistência de vida fora da Terra, pode-se perceber que a maior parte dos estudantes acredita que não estamos sozinhos no universo, seja devido à sua vastidão ou à possibilidade de outros universos abrigarem vida.

#### *7. Você acredita que existe vida inteligente em outros lugares do Universo?*

Quando alteramos a pergunta sobre a crença da existência da vida em outros lugares do universo para a crença da existência de uma forma de vida inteligente em outros lugares do universo encontramos uma modificação de pensamento dos estudantes, onde inicialmente 90% dos alunos acreditam que exista vida em outro local do universo, ao mudarmos a pergunta apenas 63% acreditam que esta forma de vida possa ser inteligente enquanto então 37% não acreditam na existência de formas de vida inteligente fora do planeta Terra.

Figura 20– Você acredita que existe vida inteligente em outros lugares do Universo?– pré-teste



Fonte: a pesquisa

Para analisar as justificativas apresentadas pelos estudantes as respostas positivas foram separadas em 4 categorias, enquanto durante a análise das respostas negativas não surgiram categorias visto que os poucos alunos que justificaram sua negativa responderam apenas que acreditam que inteligência seja exclusivamente humana.

A primeira das categorias de análise das respostas positivas destaca que para 6, dos 12 alunos que afirmaram acreditar na existência de formas de vida inteligente fora da Terra, esta forma de vida deve ser diferente da humana, deixando aberta a interpretação do tipo de seres que seriam contemplados em suas respostas sendo humanoides ou não. Ainda dentro desta categoria alguns estudantes destacaram não diretamente uma forma de vida diferente, mas sim uma forma diferente de evolução o que resultaria também em formas de vida diferente da humana.

Tabela 11: Categorias de análise – Vida inteligente.

Categorias	Frequência
Formas de vida diferentes da humana	9
Universo muito grande	2
Multiverso	1

Fonte: a pesquisa.

Assim como já ocorreu na pergunta de número 6 outro fator citado para justificar a existência de vida fora da Terra foi o tamanho do universo onde 2 alunos destacaram que o universo seria grande demais para não existir formas de vida inteligente. e por último a terceira categoria também citada na pergunta de número 6 que é a existência de multiversos onde poderia existir uma Terra que também abrigasse vida.

*8. Se você respondeu que acredita em vida fora da Terra, descreva como você imagina esta forma de vida.*

A última pergunta do questionário solicitava que os estudantes que acreditavam na existência de vida fora da Terra descrevessem como seria essa vida, resultando em 4 categorias de análise. A primeira delas retoma a análise realizada na pergunta

número 6, onde 3 estudantes fizeram referência a formas de vida microscópicas, sendo que 2 deles destacaram a provável existência de vida em forma de bactérias.

A segunda categoria de análise para essa pergunta refere-se a criaturas, mencionada por 7 estudantes, onde 6 afirmaram acreditar na existência de criaturas diferentes das encontradas na Terra, enquanto um estudante acredita que essas criaturas seriam similares às encontradas em nosso planeta. Reforçamos aqui que a categoria "criaturas" refere-se ao que normalmente chamamos de animais, sem classificar como seres inteligentes.

Na sequência de análise, apresentamos a terceira categoria que emerge das respostas dos estudantes, que acreditam na existência de seres humanoides, ou seja, seres muito semelhantes aos seres humanos.

A última categoria de análise da pergunta número 8, traz as respostas dos estudantes que afirmaram acreditar em formas de vida mais evoluídas do que os seres humanos, citando 2 dos estudantes que responderam a essa pergunta.

Tabela 12: Categorias de análise – Descrição das formas de vida.

Categorias	Frequência	Subcategorias	Frequência
Microorganismos	3	Bactérias	2
Criaturas	7	Parecidas	1
		Diferentes	6
Seres humanoides	4		
Seres mais evoluídos	2		

Fonte: a pesquisa.

Como fechamento da análise das respostas dos estudantes quanto a crença na existência de vida extraterrestre, podemos observar que a maior parte dos estudantes destaca formas de vida “menos evoluída” que nos seres humanos, o que reforça uma própria visão que temos da posição do ser humano em nosso planeta.

## 6.2 ANÁLISE APÓS INTERVENÇÃO DIDÁTICA

Nesta divisão do capítulo é apresentado a análise dos resultados obtidos após a sequência didática, que ocorreu em 5 encontros de dois períodos cada, contando com etapas expositivas e o desenvolvimento de uma atividade de produção dos estudantes. A análise dos resultados dos pós teste seguiu os mesmos passos da análise realizada na etapa inicial, porém contando com dois estudantes a menos, por se ausentarem das aulas no período em que o pós-teste foi realizado.

1. *A luz solar é necessária para a vida? Explique sua resposta.*

Conforme ocorrido no pré-teste, a primeira pergunta do questionário foi sobre a necessidade da presença da luz solar para que a vida possa existir. Naquele momento, 100% dos estudantes afirmaram que a luz solar era fundamental para existência da vida. Porcentagem que se alterou após a sequência didática, como é possível observar na figura 21.

Figura 21– A luz solar é necessária para a vida? – Pós-teste.



Fonte: a pesquisa.

A mudança de pensamento dos estudantes pode estar relacionada atividade sobre à busca pela vida em Europa, visto que mesmo estando fora da zona habitável do Sol, Europa abriga diversas das condições necessárias para vida existir. Entre elas, condições de abrigar água líquida através de outras fontes de calor, como a radiação recebida de Júpiter, o efeito maré também causado por Júpiter e ainda o calor interno

da lua. Essa nova concepção por parte destes estudantes, se reforça com a resposta dada pelo aluno 4, que diz:

*Resposta aluno 4: Não, pois a energia necessária para a vida não precisa necessariamente vir do sol.*

Essa mudança de concepção após a sequência didática demonstra que o processo e medição hipercultural (SOUZA, 2004) ocorreu de forma efetiva com estes estudantes, visto que a mudança de concepção ocorreu por intermédio de plataformas digitais utilizadas pelos estudantes.

Com base nas justificativas dos estudantes que afirmaram a luz e necessária para que a vida possa surgir, surgiram 3 categorias de análise, sendo elas as mesmas que haviam analisadas no pré-teste.

Tabela 13 – Luz solar- pós-teste

Categorias	Frequência
Fotossíntese	9
Calor	6
Vitaminas	3

Fonte: a pesquisa.

Demonstrando que a maior parte dos estudantes manteve suas respostas após a sequência didática, o que faz sentido quando analisamos que a sequência reforçou as respostas dos estudantes. Outra observação importante é que as justificativas para essa questão no pós-teste, se apresentaram de forma mais clara e direta.

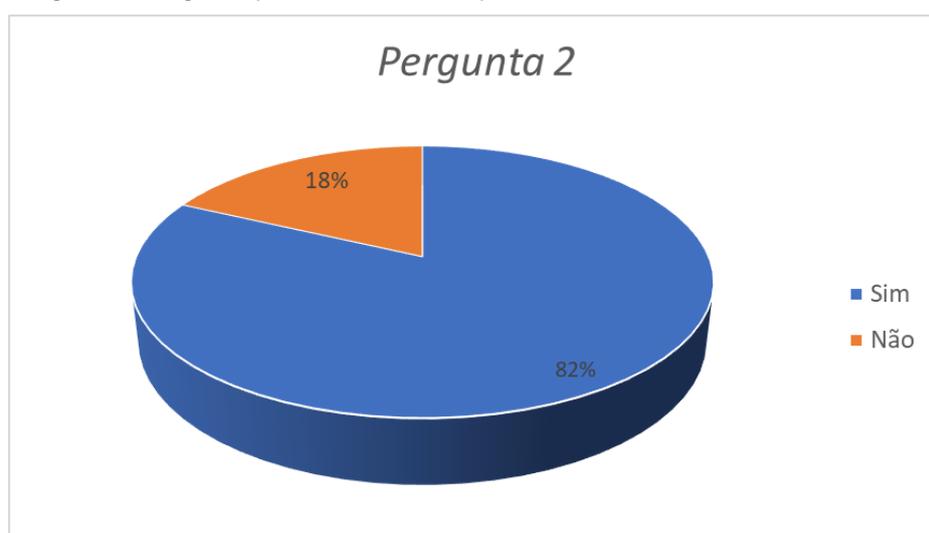
## *2. Água Líquida é necessária para vida existir?*

Ao serem questionados sobre a necessidade da existência da água líquida para que a vida possa existir, a maioria dos estudantes manteve sua resposta afirmando que sim, a água líquida é um elemento essencial para a existência da vida (Figura 22), totalizando 82% dos estudantes. Enquanto isso, 3 estudantes afirmaram que a vida não precisa da água no estado líquido para existir, o que representa um aumento em relação ao pré-teste.

Os alunos que responderam que a água líquida não era necessária justificaram suas respostas afirmando que os outros estados físicos da água já podem ser

suficientes para a vida existir (aluno 3). Ou ainda destacando que existem formas de vida que podem sobreviver até mesmo ao vácuo (aluno 6), o que remete à aula 2, onde foram apresentados os Tardígrados, que podem permanecer vivos no espaço, porém em um estágio de hibernação, necessitando do contato com a água para voltarem a serem ativos. Neste ponto pode-se observar que a mediação realizada pelo professor em sala de aula, trouxe significado para estes estudantes, ocorrendo o que Vygotsky chamava de aquisição de representações simbólicas (MOREIRA, 1999), mesmo que ela possa não ter ocorrido de forma completa, visto que ela trouxe para alguns alunos o entendimento de que a água líquida não seria necessária para que a vida pudesse existir, embora na aula tenha sido apresentado a água como um dos elementos fundamentais para a vida.

Figura 22– Água líquida é necessária para vida existir? – Pós-teste.



Fonte: a pesquisa.

Para análise das respostas positivas apresentadas pelos estudantes, elas foram agrupadas em 2 grandes categorias, já que nessa segunda etapa as respostas dos estudantes se concentraram em dois fatores: ser "essencial para vida" e/ou "essencial ao ser humano".

Tabela 14: Categorias positivas de análise – Água no sistema solar- pós-teste.

Categorias	Frequência
Elemento essencial para vida	10
Essencial ao ser humano	5

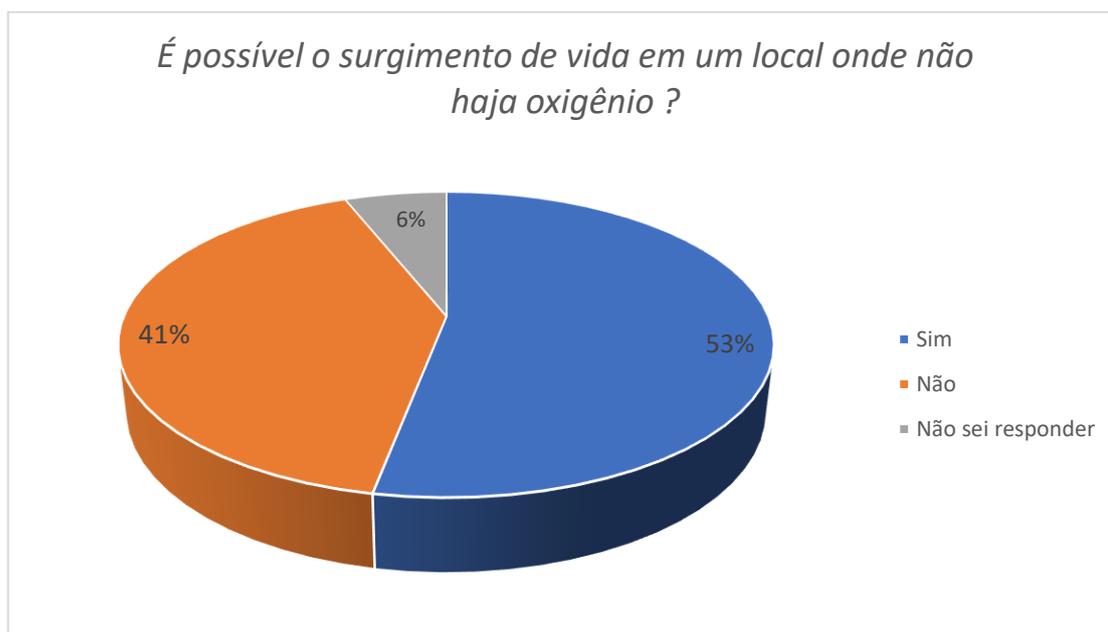
Fonte: a pesquisa.

A primeira categoria aqui destacada e a mais citada no pós-teste buscou englobar as respostas dos estudantes que citaram a água como um elemento essencial para a vida. Neste ponto, é importante destacar que esta categoria teve um aumento de frequência de 3 para 10 menções, após a sequência didática, demonstrando que marcou grande parte dos estudantes.

### 3. *É possível o surgimento de vida em um local onde não haja oxigênio?*

Ao perguntar aos estudantes sobre a possibilidade de a vida surgir em um local onde há oxigênio 41% dos estudantes afirmaram que a vida não poderia surgir, enquanto 53% dos estudantes acreditam que a vida pode surgir em um local sem oxigênio e outros 6% dos entrevistados disseram não saber responder a esta pergunta.

Figura 23– *É possível o surgimento de vida em um local onde não haja oxigênio?* – Pós-teste.



Fonte: a pesquisa

A primeira categoria positiva a ser destacada contempla a resposta de dois estudantes que afirmaram ser possível existir formas que ainda desconhecidas para o ser humano e que poderiam sobreviver sem o oxigênio, enquanto a segunda categoria contemplou a resposta de um estudante que acredita que pode existir uma forma de vida que não precisa de oxigênio em locais ainda não descobertos por nós, seres humanos.

Tabela 15: Categorias positivas de análise – Vida sem oxigênio - pós-teste

Categorias	Frequência
Vida diferente da Terra	2
Em locais não descobertos	1
Nem todos os seres vivos precisam de oxigenio	5

Fonte: a pesquisa

A terceira categoria apresentada surge para classificar as respostas dos estudantes que afirmaram que nem todos os seres vivos necessitam de oxigênio para sobreviver, havendo animais e microrganismos que não dependem do oxigênio. Nesta categoria, é importante destacar que foram contempladas respostas com vieses e até mesmo concepções diferentes, como as respostas dos alunos 5 e 12. O aluno 5 não considera o processo de respiração branquial realizado por animais marinhos, enquanto o aluno 12 se refere claramente aos tardígrados mencionados em aula.

*Resposta aluno 5: Acho que sim, por exemplo um animal marinho que vive nas profundezas não respira oxigênio.*

*Resposta aluno 12: Sim, tem um ser vivo que pode inclusive viver no espaço por um tempo, e ele não precisa de oxigênio*

Para a análise das respostas dos estudantes que não acreditam que a vida possa existir sem oxigênio, não foi necessária a separação em categorias, visto que todos os estudantes que afirmaram que o oxigênio era fundamental para a existência da vida destacaram que o oxigênio era um dos elementos fundamentais para a vida.

Quanto às mudanças nas respostas dos estudantes, podemos observar a influência da sequência didática em dois pontos principais: o primeiro é a homogeneidade das respostas dos estudantes que afirmam que a vida só poderia existir através da presença do oxigênio, e o segundo ponto é a reflexão trazida pelas aulas ao discutirmos sobre o que conhecemos como vida.

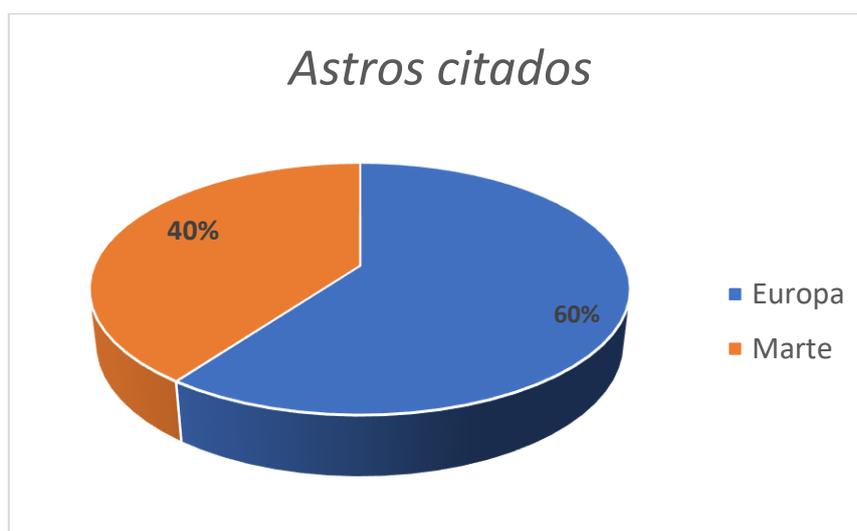
#### 4. Existe água em outro local do nosso sistema solar?

Ao questionar os estudantes sobre a existência de água em outro local do nosso Sistema Solar, 88% dos alunos afirmaram acreditar que sim, exista água em outros locais do nosso sistema, além do planeta Terra. Já 6% dos estudantes afirmaram que a água existe apenas na Terra dentro do Sistema Solar, enquanto outros 6% disseram não saber responder a esta pergunta.

Muito além do aumento da porcentagem de estudantes que afirmaram que a água líquida existe em outros locais do Sistema Solar além da Terra, a análise das respostas dos estudantes no pós-teste acabou sendo muito mais simplificada no processo de categorização. Visto que, após a sequência didática, os alunos concentraram suas justificativas nos astros estudados por eles durante as dinâmicas de aula, não havendo menções à existência em diferentes estados físicos da água como ocorreu no pré-teste, mencionado por 6 estudantes.

Ao analisar os astros citados pelos alunos no pós-teste, observa-se uma mudança considerável. Anteriormente, Marte era o astro mais citado pelos alunos, enquanto a lua Europa não era citada por nenhum aluno. Nesta questão, pode-se observar mais uma vez um exemplo de aplicação da TMC, nos processos de mediação entre os mecanismos internos e externos (SOUZA 2004), realizada pelos Chromebook durante o desenvolvimento da atividade, onde o processamento extracerebral foi significativo para os estudantes, ocorrendo o desenvolvimento cognitivo e a acomodação dos novos conhecimentos.

Figura 24 – Astros citados pelos estudantes – Pós-teste.



Fonte: a pesquisa

Quanto aos estudantes que responderam que a água não existia fora da Terra, não houve como realizar uma análise mais aprofundada visto que este estudante não justificou a sua resposta podemos colocá-la junto há um segundo estudante que afirmou apenas que não sabia responder ao questionamento.

*5. O planeta Terra apresenta os principais elementos para o desenvolvimento da vida, como oxigênio, carbono e nitrogênio. Esses elementos são encontrados em lugares fora da Terra?*

Na quinta pergunta do questionário, os alunos foram questionados sobre a possibilidade de os elementos químicos base para a vida serem encontrados em locais fora da Terra. Quanto a esta questão, apenas um estudante afirmou que esses elementos só poderiam ser encontrados na Terra, enquanto 15 deles disseram que sim, esses elementos estão presentes em outros locais do universo. Um outro estudante afirmou não saber responder a esta pergunta.

As respostas positivas dos estudantes foram organizadas em quatro categorias de análise, onde uma delas possui uma subcategoria, visando observar as especificidades dentro das justificativas apresentadas.

Tabela 16 Categorias positivas de análise – Elementos base para vida- pós-teste

Categorias	Frequência	Subcategorias	Frequência
Podem existir em varios locais	9	não todos no mesmo local	2
Existe em Marte	5		-
Existe em Europa	1		
Em estrelas	3		

Fonte: a pesquisa

A primeira categoria agrupa as respostas dos estudantes que afirmam que esses elementos químicos podem existir em diversos locais do universo, correspondendo a 9 das 15 respostas positivas. Dentre essas respostas, a subcategoria que emergiu reúne os estudantes que afirmam que mesmo que esses elementos existem em diversos locais do universo, eles não estão presentes todos

juntos em outro local fora da Terra. Ou seja, para eles, a Terra é o único local que abrigaria todos esses elementos ao mesmo tempo.

As outras 3 categorias que surgiram das respostas dos estudantes trazem os locais destacados pelos estudantes, onde 5 deles afirmaram que esses elementos químicos podem ser encontrados no planeta Marte, um deles afirmou que eles podem ser encontrados na lua Europa e outros 3 estudantes afirmaram que todos esses elementos químicos são encontrados em estrelas. Deve-se também considerar que, por mais que tenhamos separado as menções específicas a Marte, Europa e as estrelas, os estudantes que afirmaram que a vida se encontra em outros ou diversos locais do Universo também podem contemplar os locais aqui destacados, apenas não havendo uma menção direta.

#### *6. Você acredita que existe alguma forma de vida em outros lugares do Universo?*

A sexta pergunta do questionário visou identificar as crenças dos estudantes quanto à possibilidade da existência de vida fora do planeta Terra. Ao responderem esta questão no pós-teste, 100% dos estudantes afirmaram acreditar na existência de vida em outros locais do Universo, além da Terra.

Para análise das respostas dos estudantes foram então estabelecidas 4 categorias principais onde duas delas possuem subcategorias de análise. A primeira categoria a ser destacada agrupa as respostas dos estudantes que afirmam que o Universo é grande demais para que a vida não exista em outros locais.

Ao apresentarem suas justificativas para crenças na existência de vida fora da Terra, 4 estudantes descreveram características das formas de vida em que acreditam, o que fez surgir nossa segunda categoria de análise, que se divide em duas subcategorias. Essa separação em subcategorias teve como intenção separar os estudantes que destacaram que acreditam na existência de microrganismos em outros locais do Universo dos que disseram acreditar em formas de vida não inteligente, o que pode englobar animais e/ou plantas, seres muito mais desenvolvidos que microorganismos.

Tabela 17: Vida fora da terra- pós-teste

Categorias	Frequência	Subcategorias	Frequência
Universo muito grande	9	-	
Formas de vida	4	Microorganismos	2
		Não inteligente	2
Locais específicos	3	Europa	2
		Marte	1
Multiverso	1	-	

Fonte: a pesquisa

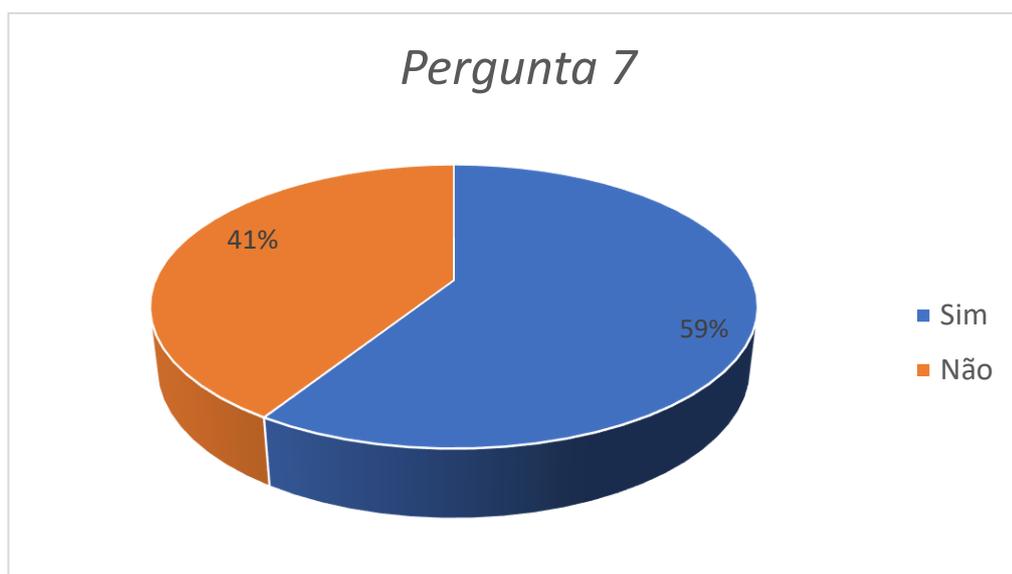
A terceira categoria de análise destaca os locais citados explicitamente pelos alunos como possíveis lares da vida extraterrestre. Dois estudantes citaram a possibilidade de existência de vida na lua de Júpiter chamada Europa, enquanto Marte foi mencionado em apenas uma resposta.

A última categoria de análise separou a resposta de um estudante que, assim como no pós-teste, trouxe a hipótese da existência de vida em outros universos através da teoria dos multiversos. No pré-teste essa categoria havia sido abordada por três alunos, já no pós-teste apenas um estudante a mencionou.

### *7. Você acredita que existe vida inteligente em outros lugares do Universo?*

Quando a pergunta sobre a crença na existência de vida em outros locais do Universo é alterada para a crença na existência de uma forma de vida inteligente em outros locais do Universo, observa-se uma mudança no pensamento dos estudantes. Inicialmente, 100% dos alunos afirmavam acreditar na existência de vida fora da Terra, mas agora apenas 59% acreditam que essa forma de vida possa ser inteligente. É interessante observar que após a sequência didática houve um pequeno aumento no número de estudantes que acreditam na existência de vida fora da Terra, enquanto a porcentagem de estudantes que acreditam em vida inteligente manteve-se muito próxima à do pré-teste.

Figura 25: Você acredita que existe vida inteligente em outros lugares do Universo?– Pós-teste.



Fonte: a pesquisa

Para analisar as justificativas apresentadas pelos estudantes, as respostas positivas foram separadas em 3 categorias, enquanto na análise das respostas negativas surgiram duas categorias.

A primeira das categorias de análise das respostas positivas destaca as respostas dos estudantes que justificaram sua crença no fato de o universo ser muito grande, o que traz uma infinidade de planetas que poderiam abrigar diferentes formas de vida em nosso universo. A segunda categoria de análise engloba as respostas dos estudantes que afirmam acreditar na existência de vida inteligente em locais distantes da Terra, como em outras galáxias.

Tabela 18: Categorias positivas de análise - Vida inteligente - pós-teste

Categorias	Frequência
Universo muito grande	3
Locais longe da Terra	2
Alienígenas	2

Fonte: a pesquisa

A última categoria de análise que surgiu para respostas positivas trouxe as respostas dos estudantes que citaram alienígenas como uma possibilidade. Nesta

categoria a palavra “alienígenas” foi interpretada como criaturas parecidos como os presentes em filmes de ficção-científica.

Para a análise das respostas negativas dos estudantes, foram utilizadas duas categorias de análise, ambas com 3 menções nas justificativas dos estudantes. A primeira refere-se aos estudantes que afirmam acreditar apenas na existência de formas de vida simples fora da Terra, considerando improvável ou impossível que esses seres evoluam ao ponto de possuir inteligência. A segunda categoria de análise, por sua vez, engloba aqueles que afirmam que as condições necessárias para a existência de vida são muito complexas, o que torna difícil a busca por vida fora do nosso planeta, o que se agravaria ainda mais quando o assunto é vida inteligente

Tabela 19: Categorias negativas de análise – Vida inteligente- pós-teste

Categorias	Frequência
Formas de vida simples	3
Condições muito complexas	3

Fonte: a pesquisa

Para finalizar a análise das respostas dos estudantes sobre a questão 7, é importante destacar que ocorreu uma mudança significativa nas justificativas dos estudantes que afirmam não acreditar na existência de vida inteligente fora da Terra. No pré-teste, não foram construídas categorias de análise para esses estudantes, visto que eles afirmaram apenas que apenas o ser humano é uma forma de vida inteligente ou não justificaram suas respostas. No pós-teste, 6 dos 7 participantes justificaram o motivo de não acreditarem na vida inteligente fora da Terra, trazendo argumentos consistentes para tal.

*8. Se você respondeu que acredita em vida fora da Terra, descreva como você imagina esta forma de vida.*

A última pergunta do questionário solicitou que os estudantes que acreditam na existência de vida fora da Terra descrevessem como seriam estas formas de vida. As respostas dos estudantes originaram 4 categorias de análise, onde três delas possuem subcategorias.

A primeira categoria de análise refere-se aos estudantes que citaram seres com características humanoides, ou seja, formas de vida baseadas nos seres humanos. Assim como no pré-teste, esta categoria acabou sendo uma das mais contempladas pelas respostas dos estudantes, possuindo 7 menções. Para esta categoria, foi adicionada uma subcategoria para contemplar as respostas de 2 alunos que afirmaram acreditar em seres com formas humanas, mas mais evoluídos.

A segunda categoria utilizada na análise trouxe como base as respostas dos estudantes que citaram formas de vida parecidas com as encontradas na Terra, como animais ou plantas (nessa categoria, foram excluídos seres humanoides), que formam duas subcategorias de análise. Seis estudantes citaram animais, enquanto um dos estudantes citou espécies de plantas.

Assim como as categorias anteriores, a terceira categoria citada esteve presente na análise do pré-teste e se refere a microrganismos. Esta categoria foi contemplada por 5 respostas dos estudantes, apresentando um considerável crescimento quando comparado com a análise realizada no pré-teste. Ela também recebeu 2 subcategorias de análise, onde foram separados aqueles que disseram acreditar na possibilidade da existência de vida como a de bactérias e aqueles que citaram os seres extremófilos. Deve-se destacar que citações aos extremófilos foram exclusivas do pós-teste, ou seja, ocorreram apenas após a sequência didática.

Tabela 20: Descrição das formas de vida extraterrestre- pós-teste

Categorias	Frequência	Subcategorias	Frequência
Humanoides	7	Formas mais evoluídas	2
Formas parecidas com as da Terra	7	Animais Plantas	6 1
Microrganismos	5	Bacterias Extremofilos	3 2
Seres de filmes	2		

Fonte: a pesquisa

A quarta e última categoria de análise para essa questão contempla as respostas de 2 estudantes, onde um deles cita diretamente acreditar em seres

extraterrestres como aqueles apresentados em filmes, enquanto o segundo estudante descreveu acreditar em seres com tecnologia avançada, mas que não podem ter contato com o oxigênio, algo que também é apresentado em alguns filmes e séries.

As respostas obtidas sobre as formas de vida que os estudantes acreditam ser possível existir fora da Terra foram similares as respostas obtidas pelo estudo dirigido por Offerdahl, Prather, Slater (2002), e mencionado anteriormente neste trabalho, onde os microorganismos ocupam o primeiro lugar nos números de citações. Outra semelhança que podemos destacar nos resultados é a baixa crença em formas de vida inteligente fora da Terra.

### 6.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS AULAS

Após a conclusão da aplicação do pré-teste, a utilização da temática astrobiologia já demonstrou aguçar a curiosidade dos estudantes, que se reuniram em grupos questionando e discutindo as respostas dadas por eles. Neste ponto, já era possível visualizar alunos discordando de suas próprias respostas ao ouvirem respostas de outros colegas, cujas concepções teriam um maior conhecimento sobre a área.

Após um momento inicial em que discutiram as perguntas mais elementares do questionário, sobre fatores como a existência dos elementos químicos básicos para a vida em outros locais do Sistema Solar ou a necessidade de água para a vida existir, os alunos se voltaram para as perguntas relacionadas à vida fora da Terra, discutindo as crenças individuais de cada um deles. Neste momento, foi possível ouvir frases parecidas com as que encontramos nas respostas dos estudantes, como por exemplo "é impossível que exista apenas nós no Universo" e "o Universo é grande demais para ter apenas a gente", assim como outras frases relacionadas a questões presentes em documentários de televisão que se referiam a alienígenas que poderiam ter construído estruturas como pirâmides.

Ainda sobre as observações feitas após o pré-teste, é importante destacar que este movimento de discussão e motivação após uma apresentação inicial do tema também ocorreu com o trabalho desenvolvido por Hansson, Redfors e Rosberg (2011) ao trabalhar com "questões sociocientíficas" com os estudantes.

Outra comparação que pode ser realizada sobre a fala dos estudantes é com o trabalho de (autor não especificado), que observou que as concepções reais dos

estudantes eram diferentes das concepções que eles acreditavam que a ciência tinha, observando um distanciamento entre as crenças reais dos adolescentes e o que eles acreditavam ser pensamentos científicos. Esta comparação com a discussão promovida pelos estudantes pode ser feita ao visualizar que diversos alunos possuíam crenças relacionadas a seres extraterrestres que não foram descritas em suas respostas por não serem pensamentos científicos, como no caso citado sobre a construção das pirâmides ou em outros comentários realizados durante a sequência didática.

No primeiro encontro com a turma após a aplicação do pré-teste, deu-se início à aplicação da sequência didática produzida para abordar os temas fundamentais da Astrobiologia. Este encontro iniciou com a apresentação de personagens de filmes e séries que representam criaturas extraterrestres e que fizeram sucesso no cinema. Neste momento, alguns alunos demonstraram reconhecer nestes personagens a imagem que eles próprios possuíam de uma forma de vida extraterrestre. Junto a esse processo, surgiu por parte dos estudantes o questionamento sobre a crença do professor em relação à existência de vida fora da Terra, o que acabou servindo como gatilho para continuidade da sequência didática, que foi planejada para questionar “o que é vida?” e o que é a “vida que conhecemos?”.

Neste ponto da sequência didática, podemos observar que a ideia de utilizar elementos de mediação cultural (SOUZA, 2004) foi de extrema importância para motivar os estudantes e também para fazê-los refletir sobre o conceito de vida que eles possuem e que costumam ser discutidos através das telas.

Outro exemplo de mediação cultural que pode ser observado neste momento foi a fala de um estudante que trouxe a série de animação “Rick and Morty”, que traz diversos planetas fictícios com diferentes formas de vida evoluídas de diferentes animais existentes na Terra ou inspiradas no próprio ser humano. Observa-se aqui um fenômeno parecido com o apresentado por Freitas (2019) em sua pesquisa de mestrado, onde um estudante utilizou a série “*The Big Bang Theory*” para exemplificar um conceito trabalhado.

Na sequência da aula, foi então apresentada para os alunos a química da vida como a conhecemos, destacando os elementos químicos que compõem essas estruturas e, principalmente, a base do carbono. Nesse ponto da explanação, alguns alunos relacionaram esses elementos com perguntas presentes no pré-teste. Ao questionar os estudantes sobre quem poderia substituir o carbono no papel de alicerce

para a matéria orgânica, alguns alunos trouxeram o elemento químico Silício como um candidato e ainda destacaram que, após o pré-teste, eles haviam buscado saber mais sobre a vida fora da Terra e haviam encontrado vídeos na internet que traziam essa possibilidade. Nesse comportamento dos estudantes, pode-se destacar um fenômeno relacionado à hipercultura (SOUZA, 2004), onde os alunos utilizaram a mediação de ferramentas digitais para aumentar seu conhecimento sobre um tema de seu interesse.

Na segunda aula da sequência didática, foi trabalhado com os estudantes o conceito de zona habitável e o que era necessário para um astro possuir condições para abrigar a vida como a conhecemos. Nesse ponto, vários estudantes questionaram sobre o fato de Marte não estar presente dentro da zona habitável, surgindo a discussão sobre porque os seres humanos buscam ir a Marte se ele não possui as condições necessárias para a vida humana. Nessa sequência de aulas, surgiu uma questão sociocientífica (HANSSON, REDFORS e ROSBERG, 2011) trazida pelos próprios estudantes.

Ainda dentro da segunda aula, foi abordada a existência de seres que sobrevivem em ambientes extremos e que séries poderiam ser a chave para entendermos como a vida poderia surgir em outros planetas com diferentes condições. Para exemplificar seres que poderiam sobreviver em condições extremas, foi utilizado outro elemento de mediação cultural, usando como exemplo os tardígrados e sua aparição no filme da Marvel, Homem-Formiga. Este exemplo demonstrou-se eficaz, visto que vários alunos se lembraram desta presença nos filmes.

A terceira e a quarta aula da sequência didática foram destinadas à produção dos planos de viagem por parte dos estudantes, que utilizaram os Chromebooks para atividades de pesquisa, planejamento e desenvolvimento da atividade. Durante estas aulas, os estudantes tiveram liberdade para produzirem seus trabalhos junto aos seus grupos, visando compartilhar seus trabalhos com os outros colegas após a sua conclusão.

Na produção dos trabalhos, pode-se observar que vários alunos foram além do esperado, utilizando diversas fontes de pesquisa em seu desenvolvimento, além das indicadas pelo professor, produzindo assim materiais extremamente ricos e que foram apresentados a todos os estudantes da turma.

## 6.4 DISCUSSÕES

Quando analisamos as respostas obtidas através do pré-teste, observamos que os alunos participantes da pesquisa apresentaram resultados similares aos obtidos no trabalho desenvolvido por Prather, Slater e Offerdahl (2002), quando se trata de questões elementares para a vida, como a necessidade da água líquida. Em ambos os trabalhos, a maioria dos alunos justificou dizendo que a vida "só poderia existir com a presença da água" ou que "a vida só precisa da água para existir". Isso demonstra que a percepção da importância da água para a vida vem sendo bem trabalhada em ambos os centros de pesquisa, além de ser um conhecimento já popularizado por estar presente em nossas necessidades básicas.

Outra questão semelhante é a necessidade e a importância da luz solar para a sobrevivência humana, que foi abordada nos estudos de Prather, Slater e Offerdahl (2002). A principal justificativa apresentada em ambos os estudos é sobre a importância da luz para a fotossíntese e, por consequência, para outros processos importantes para o planeta, como a produção de oxigênio, o crescimento das plantas, a influência na cadeia alimentar e o papel do sol no equilíbrio térmico do planeta Terra.

Aqui podemos destacar que a compreensão dos estudantes sobre a importância da água, da luz solar e da fotossíntese faz parte das metas estabelecidas por Hansson e Redfors (2013) a serem alcançadas por alunos do último ano do ensino fundamental.

Outra questão que também merece destaque é que, em ambos os trabalhos, a forma de vida mais citada pelos estudantes estava relacionada a microorganismos (PRATHER, SLATER, OFFERDAHL, 2002). Isso demonstra que, mesmo antes de serem abordados conteúdos em sala de aula, os alunos já tinham conhecimento de que a possibilidade de encontrarmos uma forma de vida desenvolvida é extremamente baixa em comparação com a vida microbiana.

Um novo ponto de discussão que deve ser destacado foi o surgimento de uma questão sociocientífica durante a aplicação da sequência didática, onde foi trabalhado o conceito de zona habitável e os alunos perceberam que Marte não fazia parte dessa zona. Surgiram questionamentos sobre a necessidade de o homem visitar esse planeta, considerando o alto custo necessário para isso. Durante essa discussão, os alunos levantaram o questionamento sobre se o dinheiro empregado nessas missões não deveria ser destinado a questões sociais urgentes em nosso planeta, como o

combate à pobreza ou questões ambientais que preocupam pessoas de todo o mundo. Assim como destacado no trabalho de Lena Hansson, Andreas e Rosberg (2011), foi observado que essa discussão motivou os estudantes a opinarem sobre questões científicas que influenciam em suas vidas, trazendo um sentimento de pertencimento à ciência.

Pode-se também relacionar as questões sociocientíficas trazidas por Lena Hansson, Andreas e Rosberg (2011) com a teoria interacionista de Vygotsky abordada no referencial deste trabalho e utilizada para planejar algumas das discussões que seriam levantadas. A teoria de Vygotsky destaca o papel das interações sociais no processo de aprendizagem dos estudantes, algo que podemos abordar quando trabalhamos questões sociocientíficas, visto que serão destacadas tanto questões que permeiam a sociedade quanto o debate em sala de aula, criando um ambiente de interações aluno-aluno e de aluno-professor fundamentais no processo de aprendizagem (MOREIRA e GRECA, 2003). Essas interações ainda foram incentivadas em sala de aula durante a produção de um produto em grupos e durante a etapa expositiva dialogada conduzida pelo professor.

Durante a etapa expositiva, também foram observadas diversas ações que podemos relacionar com a TMC (Teoria da Mediação Cultural) através das mediações culturais e hiperculturais (SOUZA, 2004). A primeira delas surgiu com o incentivo do professor, que utilizou elementos culturais durante a introdução da temática astrobiologia, neste processo. Como já discutido neste capítulo, observou-se que os estudantes se apropriaram mais do tema por verem naquele momento elementos que já conheciam, o que facilita o processo de aprendizagem.

Ainda sobre a mediação cultural, ela foi observada em outros dois momentos durante a sequência didática: o primeiro quando um estudante trouxe a série de animação norte-americana *Rick and Morty* para descrever perante os colegas e o professor o que ele imagina ser possível encontrar como forma de vida em outros planetas. Este exemplo trazido pelo aluno apresentou grande repercussão em sala de aula, visto que grande parte dos estudantes conheciam esse programa e fizeram associações ligadas a ele a partir da colocação do aluno. Outro momento em que a mediação cultural esteve presente foi durante a explanação do professor sobre os tardígrados que aparecem no filme *Homem-Formiga*, e foi facilmente entendido pelos alunos.

Durante a etapa de construção de uma atividade desenvolvida pelos alunos, na qual eles utilizaram ferramentas digitais para criar um plano de viagem para Marte ou para a Europa, a mediação hipercultural esteve presente de forma orientada pelo professor. Nessa etapa, as ferramentas desempenharam duas funções: a primeira relacionada à pesquisa e a segunda ao processo de construção da apresentação que seria feita para os colegas.

Essa atividade mostrou-se eficiente em diferentes momentos. Primeiramente, durante o seu desenvolvimento e apresentação para os colegas e o professor, onde muitos alunos surpreenderam com apresentações ricas em elementos além do esperado, demonstrando que se dedicaram na realização da atividade, buscando questões além das indicadas inicialmente. Em segundo lugar, a efetividade da atividade foi evidenciada no pós-teste, no qual diversos estudantes trouxeram elementos trabalhados exclusivamente durante a atividade. Um ponto que chamou a atenção foi que esses elementos não foram apresentados apenas pelos alunos que desenvolveram as atividades relacionadas a Marte ou Europa, mas também por aqueles que trabalharam com a lua Europa ou Marte, respectivamente. Isso mostra que houve uma interação e compartilhamento de conhecimentos entre os estudantes, enriquecendo a atividade.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou investigar e analisar os conhecimentos prévios de estudantes do nono ano do ensino fundamental sobre Astrobiologia e identificar a influência de uma sequência didática no aprendizado dos estudantes. O problema que norteou esta pesquisa foi: *de que forma a Astrobiologia pode ser utilizada como um tema norteador no ensino de Ciências no nono ano do ensino fundamental? E quais são os benefícios do uso de tecnologias digitais para o ensino de um tema transversal nas Ciências?*

Ao investigar os conhecimentos prévios dos estudantes do nono ano sobre conteúdos relacionados à Astrobiologia, pode-se observar que a maioria deles possui um bom entendimento sobre as temáticas, mesmo que a maioria dos estudantes não conheça a palavra "astrobiologia". Essa constatação reforça que a Astrobiologia pode ser utilizada como um tema transversal para a abordagem de diversos conteúdos relacionados à física, química, biologia e astronomia.

É importante destacar que este trabalho abordou a Astrobiologia em um período final do ano letivo, devido à sequência de conteúdos previstos na matriz curricular da escola em que o pesquisador trabalha. Dessa forma, durante o ano letivo, os estudantes trabalharam conteúdos que podem ser relacionados à Astrobiologia, como propriedades atômicas, ligações químicas, reações químicas, ecologia, ondas eletromagnéticas e astronomia, antes mesmo da aplicação deste trabalho, o que fez com que os estudantes já possuíssem uma base para o desenvolvimento desta pesquisa.

Durante a sequência didática preparada para trabalhar astrobiologia, os estudantes foram expostos a diferentes formas de mediação, como a cultural e a hipercultural, presentes na TMC de Campello de Souza (2004). A mediação cultural esteve presente na utilização de filmes e séries populares de diferentes gerações, que serviram para aproximar os estudantes dos temas abordados nas aulas. Essa abordagem se mostrou extremamente eficiente, uma vez que a maioria dos estudantes reconheceu os personagens apresentados e conseguiu fazer relações com o conteúdo abordado.

A mediação hipercultural foi utilizada nesta pesquisa durante a atividade final da sequência didática, na qual os estudantes precisaram criar um plano de viagem utilizando Chromebooks com acesso à internet, com base nos conteúdos trabalhados

nas aulas expositivas. Nesse ponto, foi possível observar a aquisição e associação de conhecimentos por parte dos estudantes através da mediação de ferramentas digitais, sem grandes intervenções por parte do professor, que apenas orientou a dinâmica. Essa observação ajuda a responder a uma das perguntas de pesquisa deste trabalho, que busca compreender "quais os benefícios do uso de tecnologias digitais" em sala de aula, visto que, nessa dinâmica, os alunos desenvolveram sua autonomia e criatividade através da realização de pesquisas e construção de um produto.

Quanto à influência da sequência didática no conhecimento dos estudantes sobre a astrobiologia, pôde-se observar modificações nas respostas obtidas nos pré-testes e pós-testes, onde parte dos estudantes passou a apresentar argumentos mais sólidos em suas respostas. Além disso, as respostas dos estudantes após a sequência didática trouxeram elementos que foram trabalhados durante a sequência ou ainda alguns presentes apenas nas pesquisas por eles desenvolvidas, mostrando novamente a influência das ferramentas digitais utilizadas por eles.

Por fim, podemos concluir que os resultados obtidos demonstram que a astrobiologia pode ser uma ferramenta pedagógica interdisciplinar eficiente para o ensino de Ciências, abordando áreas do conhecimento, tais como biologia, física, química e geografia, conforme previsto pela BNCC (BRASIL, 2017), e ainda para a formação de uma consciência crítica e responsável em relação à preservação e uso sustentável dos recursos naturais do planeta Terra. Possui um grande potencial a ser explorado por professores de Ciências do nono ano do ensino fundamental, podendo ser utilizado como um tema motivador capaz de relacionar e reforçar diversos conteúdos previstos para esta etapa estudantil ou ainda como um tema gerador para um currículo de Ciências construído em torno da Astrobiologia.

## REFERÊNCIAS

AMOS, Jonathan. **Conheça os 5 pontos mais profundos de cada oceano, mapeados por expedição.** BBC, 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-57141772>

BARCELOS, E. D. **Telegramas para Marte:** a busca científica de vida e inteligência extraterrestres. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.

BERNARDES, Luander. **Exoplanetas, Extremófilos e Habitabilidade.** 2012. Dissertação (Mestrado em Astronomia) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, University of São Paulo, São Paulo, 2012. doi:10.11606/D.14.2012.tde-21062013-162408. Acesso em: 2023-04-12.

BLUMBERG, Baruch S.. The NASA Astrobiology Institute: early history and organization. *Astrobiology*, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 463-470, set. 2003. Mary Ann Liebert Inc. <http://dx.doi.org/10.1089/153110703322610573>.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2017.

CARR, Michael H.; BELTON, Michael J. S.; CHAPMAN, Clark R.; DAVIES, Merton E.; GEISSLER, Paul; GREENBERG, Richard; MCEWEN, Alfred S.; TUFTS, Bruce R.; GREELEY, Ronald; SULLIVAN, Robert. Evidence for a subsurface ocean on Europa. *Nature*, [S.L.], v. 391, n. 6665, p. 363-365, jan. 1998. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/34857>.

CHAIKLIN, S.. A zona de desenvolvimento próximo na análise de Vigotski sobre aprendizagem e ensino. *Psicologia em Estudo*, v. 16, n. 4, p. 659–675, out. 2011.

COMINS, Neil F.; KAUFMANN III, William J. *Descobrimos o Universo.* Tradução de Eduardo Neto Ferreira. 8ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ROSA, Marcelo D'Aquino; BARBI, Juliana Silva Pedro; MEGID NETO, Jorge. CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DO 6º AO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL. *Revista Contexto & Educação*, [S.L.], v. 35, n. 110, p. 241-255, 2 jan. 2020. Editora Unijui. <http://dx.doi.org/10.21527/2179-1309.2020.110.241-255>.

Freitas, S. A. (2019). **Um estudo da utilização didática de ferramentas de cognição extracerebrais por estudantes do ensino fundamental: Evidências de Aprendizagem Significativa do modelo do átomo de Bohr.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Luterana do Brasil, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil. Disponível em: <http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/download/345/340>. Acesso em: 05 abr. 2023.

GALANTE, Douglas et al. **Astrobiologia: uma ciência emergente** / Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. -- São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016.

Glicídios em Só Química. Virtuoso Tecnologia da Informação, 2008-2023. Disponível em <http://www.soquimica.com.br/conteudos/em/macromoleculas/glicidios.php>. Acesso em: 15 abr. 2023.

HANSSON, Lena; REDFORS, Andreas; ROSBERG, Maria. Students' Socio-Scientific Reasoning in an Astrobiological Context During Work with a Digital Learning Environment. *Journal Of Science Education And Technology*, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 388-402, 16 nov. 2010. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-010-9260-5>.

HANSSON, Lena; REDFORS, Andreas. Lower Secondary Students' Views in Astrobiology. *Research In Science Education*, [S.L.], v. 43, n. 5, p. 1957-1978, 3 jan. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11165-012-9338-6>.

KAISER, R. I.; STOCKTON, A. M.; KIM, Y. S.; JENSEN, E. C.; MATHIES, R. A.. ON THE FORMATION OF DIPEPTIDES IN INTERSTELLAR MODEL ICES. *The Astrophysical Journal*, [S.L.], v. 765, n. 2, p. 111, 25 fev. 2013. American Astronomical Society. <http://dx.doi.org/10.1088/0004-637x/765/2/111>.

KWAK-HEFFERAN, Elisabeth. **About Old Faithful, Yellowstone's Famous Geyser.** Yelow Stone Parck, 2022. Disponível: <https://www.yellowstonepark.com/things-to-do/geysers-hot-springs/about-old-faithful/>

MAGALHÃES, Lana. **O que são os Ácidos Nucleicos?**. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/que-sao-os-acidos-nucleicos/>. Acesso em: 15 abr. 2023

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem.** Editora Pedagógica e Universitária Ltda. São Paulo. 1999.

MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. **Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo.** *Ciência e Educação*. Bauru, v. 9, n.2, p. 301-315, 2003.

NAI, 2018 Disponível em: <https://astrobiology.nasa.gov/nai/about/index.html> Acesso em: 11 de abril de 2023.

NEITZEL, Clifford Luciano Vinícius. Aplicação da astronomia ao ensino de física com ênfase em astrobiologia. 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

OLIVEIRA, L. de; NEIMAN, Z. Educação Ambiental no Âmbito Escolar: Análise do Processo de Elaboração e Aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, [S. I.], v. 15, n. 3, p. 36–52, 2020. DOI: 10.34024/revbea.2020.v15.10474. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/10474>. Acesso em: 2 jun. 2023.

PEREIRA, Alexsandro Pereira de; LIMA JUNIOR, Paulo. Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no ensino de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 518, 12 maio 2014. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n3p518>.

PICANÇO, L. T.; ANDRADE NETO, A. S. de; GELLER, M. A mediação cognitiva por meio de recursos digitais de Tecnologia Assistiva para estudantes surdos: realidade, expectativas e possibilidades. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S. l.], v. 30, p. 50–72, 2022. DOI: 10.5753/rbie.2022.2395. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/rbie/article/view/2395>. Acesso em: 12 abr. 2023.

PHILLIPS, Cynthia B.; PAPPALARDO, Robert T.. Europa Clipper Mission Concept: exploring jupiter's ocean moon. **Eos, Transactions American Geophysical Union**, [S.L.], v. 95, n. 20, p. 165-167, 20 maio 2014. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1002/2014eo200002>.

PRATHER, Edward E.; SLATER, Timothy F.; OFFERDAHL, Erika G.. Hints of a Fundamental Misconception in Cosmology. **Astronomy Education Review**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 28-34, jul. 2002. Portico. <http://dx.doi.org/10.3847/aer2002003>.

RAMPELOTTO, Pabulo Henrique. A química da vida como nós não conhecemos. Química Nova, [S.L.], v. 35, n. 8, p. 1619-1627, 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422012000800023>.

SILVESTRE, G. R. **Introdução aos aspectos geológicos do planeta Marte: implicações para a possibilidade de colonização humana**. Cadernos de Astronomia, Vitória, v. 4, n. 1, p. 110–119, 2023. DOI: 10.47456/Cad.Astro.v4n1.38690. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/astrologia/article/view/38690>. Acesso em: 16 abr. 2023.

SOUZA, Bruno Campello. **Teoria da Mediação Cognitiva: os impactos cognitivos da Hiper cultura e da Mediação Digital**. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Recife, Pernambuco, Brasil. Disponível em: <http://www.liber.ufpe.br/teses/arquivo/20040617095205.pdf>. Acesso em 12 junho de 2022.

SOUZA, Bruno Campello; SILVA, Alexandre Stamford; SILVA, Auristela Maria; ROAZZI, Antonio; CARRILHO, Sylvania Lúcia da Silva. **Putting the Cognitive Mediation Networks Theory to the test: Evaluation of a framework for understanding the digital age**. **Computers in Human Behavior**, v.7, p.1-11, 2012. Disponível em: <<https://psycnet.apa.org/record/2012-24111-015>>. Acesso em: 12 novembro de 2022

SPATTI, Larielle Fernanda. **Determinação da zona habitável de exoplanetas**. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2022. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/238491>>.

VIEIRA, Danilo Souza; SANTOS, Isabela Marcelina de Oliveira; SANTANA, Thiago Marcel de Almeida; FERNANDES, Iranderly Fernandes de. Extremófilos: uma Visão

Geral na Astrobiologia. Caderno de Física da Uefs, [s. l], v. 2, n. 17, p. 1-9, jun. 2019. Semestral.

VYGOTSKY, L. S. (1978). The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.

VYGOTSKY, L, S. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

**APÉNDICE**

## APÊNDICE A – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 1

Aluno	A luz solar é necessária para a vida ? Explique sua resposta.
1	sim, porque muitas coisas dependem da luz do sol, por exemplo, muitas plantas e alimentos que são plantados.
2	sim, pois a luz que mantem as coisas vivas, também tem a questão da fotossíntese, que funciona por causa da luz solar.
3	sim, existe varias razoes pela qual a luz essencial pra vida porem entre elas podemos destacar que nao exisiria o processo de evaporação da agua sem a luz solar
4	Sim, porque ela é a nossa principal fonte de calor.
5	sim, a luz solar e necessária pois sem ela não teriamos de onde tirar a energia primordial.
6	Sim, pois sem ela a fotossíntese não seria possível.
7	sim, ela é a grande responsável pela fotossíntese, e sem ela, a vida não existiria.
8	Sim, pois além das vitaminas proporcionadas por ela, é responsável pela fotossíntese das plantas, ou seja, afeta a atmosfera terrestre.
9	sim pois a luz solar e fonte de energia
10	Sim, todos os seres humanos precisam de luz solar para a sua sobrevivência. As plantas também, elas só conseguem realizar a fotossíntese com a luz do Sol.
11	sim.
12	Sim, pois sem ela nosso planeta seria extremamente frio impossibilitando a vida. A luz solar transmite o calor que necessitamos.
13	Sim, pois sem ela a terra seria extremamente fria e ficando sem condições de ter vida.
14	Sim, pois ela é fonte de calor e energia
15	sim pois sem ela a gente não ia poder ter energia
16	sim ela é necessária pois graças a elas as plantas fazem fotossíntese e assim geram oxigênio
17	sim, ela apresenta uma necessidade tanto biológica para terra quanto para nos seres humanos.
18	sim, pois, as plantas e animais precisam para sobreviver, sem luz, as plantas não podem sobreviver, herbívoros ficam sem comida e morrem, carnívoros morrem logo depois, foi assim que vários dinossauros morreram com a fumaça que incubiu a terra após o meteoro.
19	Sim, pois ela contribui para que o planeta não se torna um lugar completamente gelado e inabitável, assim como também para o processo de fotossíntese, que é importante para nossa respiração e purifica o ar, contribui para o crescimento das plantas e vegetais.

## APÊNDICE B – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 2

Aluno	Água líquida é necessária para vida existir ? Explique sua resposta.
1	sim, porque existem tantos animais que vivem na agua e precisam disso que o ser humano que é um deles não conhecem todos que existem.
2	sim, é um meio de sobrevivencia precisamos dela para viver.
3	sim, e necessaria para o corpo humano e para natureza
4	Sim, o nosso corpo é formado por, basicamente, água. Então precisamos disso para viver.
5	sim, pois sem ela não coseguiriamos manter um sistema vivo
6	Provavelmente sim, pois a água é o elemento básico da vida, ela possui nutrientes essenciais para formação da mesma.
7	para os animais sim, mas para outros tipos de vida não necessariamente.
8	Não, pois qualquer estado de água já permitiria uma evolução da vida.
9	sim pois a água é essencial para nossa existência
10	Sim, pois a maior parte do nosso corpo é formado de água.
11	sim, sem agua os seres humanos, animais e plantas não podem viver
12	Sim, tanto que consideramos por um tempo o planeta Marte viável quando foi encontrado resquícios de água. A água é um elemento necessário para que a vida comece. Além disso, o corpo humano possui uma grande parcela de água.
13	Sim, pois não teria as condições necessarias para ter vida sem água.
14	Sim, pois ela é responável por transmitir nutrientes importantes para os seres vivos
15	sim pois água é importante para o ser humano
16	sim ela é necessária pois hidrata nosso corpo e faz o sangue circular melhor
17	sim, a agua liquida é essencial para a vida em qualquer campo
18	sim, pois é onde começam os primeiros vestigios de vida e evolução, como algas.
19	Sim, pois precisamos dessa água (filtrada) para vivermos, a água compõem 70% do nosso corpo, é fundamental para o ser humano, e está presente em diversos tipos de alimentos e nos organismos de outros seres vivos (como os animais). A água líquida também é importante pois, a partir dela, a água pode se transformar em gelo ou ficar em estado gasoso, que contribui para as chuvas, por exemplo, portanto, a água líquida é sim importante.

### APÊNDICE C – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 3

	Pergunta 3
Aluno	É possível o surgimento de vida em um local onde não haja oxigênio ? Explique sua resposta.
1	não, porque sem o oxigênio as vidas não podem respirar e fazer os órgãos funcionarem.
2	Acho que sim.
3	aonde possui vida nao, sem oxigenio pessoas nao censeguem respirar
4	Talvez, não seria vida humana, mas pode existir outro tipo de vida em algum lugar do Universo.
5	não, pois todas as formas de vida necessitam de oxigênio.
6	Talvez, afinal não conhecemos o suficiente do universo para
7	sim, nem todos os seres vivos precisam de oxigênio.
8	Sim, pois o oxigênio é essencial apenas a seres celulares.
9	N.S.O
10	Não sei responder.
11	não, o oxigênio é essencial para a vida em qualquer lugar
12	Acredita que seja possível, porque a vida não diz a respeito somente aos seres humanos, logo pode haver diferentes formas de vidas em outros planetas. Mas em nosso caso, sem oxigênio, não poderíamos viver.
13	Não, pois as células não iriam existir.
14	Sim, pois recentemente cientistas descobriram um parasita que é capaz de sobreviver sem oxigênio
15	não pois sem oxigênio não tem como sobreviver
16	eu acho que sim dependendo da fisiologia do ser vivo
17	para a vida na terra, tanto dos animais, plantas e humanos o oxigênio é necessário mas em relação a outras áreas do universo não tenho uma resposta
18	acho que não, não sei .-.
19	Acredito que não, pois precisamos de ar para respirar, no caso, o gás oxigênio, e dependendo do tipo de ar e se o lugar não tiver ar, podemos sufocar, tanto se o ar for tóxico quanto se não tiver ar. Por exemplo, em um lugar fechado, onde não há e nem buracos para respirar, morreríamos sufocados de maneira lenta e dolorosa, portanto, não é possível um ser vivo sobreviver sem ar.

### APÊNDICE D – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 4

Aluno	Existe água em outro local do nosso sistema solar? Explique sua resposta.
1	sim, tem planetas que possuem água até demais.
2	não que eu saiba.
3	acredito que recentemente um pesquisa feita diz que astronautas acharam agua em marte
4	Se eu não me engano, tem gelo em Marte, então é água congelada.
5	sim, pois ja foi encontrado água congelada em marte.
6	Sim. Em Marte, e nos planetas gasosos existe água em forma sólida (gelo).
7	existe água em outros estados, como sólido e gasoso.
8	Sim, qualquer planeta que possua gelo, possui água também, sendo a temperatura determinante para a definição do estado.
9	sim foi descoberto que existe água em marte
10	Não sei responder.
11	sim, existe agua em marte, porém, muito menos do que existe na terra
12	Foi encontrado resquícios em Marte.
13	Sim, pois já encotraram água em marte.
14	Já houve indícios de água em Marte
15	não pois a terra é o único
16	sim no planeta mercúrio
17	sim, mas nao liquida, presente em forma de gelo em tita
18	bem, já encontraram vestígios em Marte, eu acho
19	Não sei dizer, e se tem eu não sei, mas acredito que possa haver outro lugar onde há água

## APÊNDICE E – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 5

Aluno	O planeta Terra apresenta os principais elementos para o desenvolvimento da vida, como oxigênio, carbono e nitrogênio. Esses elementos são encontrados em lugares fora da Terra? Explique sua resposta.
1	sim, mas em quantidades que pode ter vida humana.
2	algumas dessas coisa sim.
3	sim, em alguns outros planetas possuem
4	Acho que sim, talvez em quantidade pequena.
5	sim, são encontrados mas provavelmente em quantidade erradas para a possibilidade de vida.
6	Sim, o nosso planeta não é o unico lugar com esses elementos, até onde eu saiba o gás nitrogênio pode ser encontrado nas Supernovas.
7	não sei
8	Sim, pois a atmosfera de outros planetas pode haver os mesmo gases por partirem de um mesmo ponto de expansão.
9	podem ser encontrados se procurados
10	Não sei responder.
11	sim, a oxigênio no espaço, mas, é uma quantidade muito pequena, impossível para os seres humanos respirarem
12	Sim, pode ser que não haja oxigênio em outros planetas, todavia elementos como carbono são encontrados fora da terra.
13	Sim, pois tem planetas formados por sua maioria de gases.
14	sim, carbono e nitrogênio estão presentes em alguns dos planetas do sistema solar.
15	sim apenas em marte pois estão vendo se em marte pode ter como viver lá
16	sim pois no final ainda são elementos ent nada impede de um planeta a 8 bilhões de anos luz ter pelo menos um desses
17	sim, são elementos importantes na formação do espaço, principalmente o nitrogênio que se encontra em abundância no universo
18	sim... só não sei explicar. mas são encontrados separados ou algo assim.
19	Sim, pois em outras partes do nosso sistema solar, como em outros planetas e em suas atmosferas, podem ser encontrados esses tipos de gases.

## APÊNDICE F – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 6

Aluno	Você acredita que existe alguma forma de vida em outros lugares do Universo? Explique sua resposta.
1	sim, eu acredito que existam formas de vida bem pequenas, não aquelas que aparecem em filmes e se chamam E.T.S mas uma forma parecida com células ou algo do tipo.
2	sim, pois não acho que seja possível existir só nos em um universo infinito tem tantas coisa sem explicação.
3	na minha percepção sim, o universo é muito grande e boa parte dele os cientistas se quer fazem ideia aonde fica e o que possuem
4	Sim, o Universo é algo tão grande que deve existir vida em outro lugar. Talvez só bactérias, mas já são alguma forma de vida.
5	sim, eu acredito que possa existir outras formas de vida pois existem muitos planetas e estrelas pelo universo havendo uma grande chance de ter alguma vida.
6	Tenho praticamente certeza de que exista vida em outros planetas. Afinal o universo que conhecemos hoje é uma minúscula parcela do todo.
7	acredito que existe alguma forma de vida, não vida inteligente, mas vida de alguma forma, acho muito difícil que em um universo tão grande e que está se expandindo ainda mais nenhuma forma de vida seja possível além da Terra.
8	Sim, pois a composição dos seres vivos em outros planetas, galáxias ou até mesmo universos pode se adaptar de acordo com as condições locais.
9	Não
10	Acredito que sim, pois o nosso Universo é muito grande e composto por várias galáxias, acho improvável que não haja nenhum resquício de vida.
11	eu acho que sim, isso entra na questão de um talvez multiverso
12	Sim, porque o Universo é composto por diversos sistemas solares que formam inúmeras galáxias, então deve haver alguma forma de vida, ainda há muito a ser descoberto.
13	Sim, devido a documentários e pesquisas que falam sobre. Através disso formei minha opinião.
14	sim, eu acredito que exista outras formas de vida no Universo, como bactérias.
15	sim pode existir diversos universos que tem eu só que diferente
16	sim já que o universo é tao grande e vasto acho quase impossível não existir outro planeta parecido com a terra
17	sim, nao sabemos nem sequer tudo que ha na terra, so o sistema solar apresenta uma variedade de diferenças que seria negligencia dizer que nao ha essa possibilidade
18	claro, mesmo que seja meio raro um planeta com as condições certas, com certeza existe vida fora da terra, não como é mostrado nos filmes claro.
19	Não sei dizer, mas acho que não (e pessoalmente, se houvesse, eu não sairia daqui).

### APÊNDICE G – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 7

Aluno	Você acredita que existe vida inteligente em outros lugares do Universo? Explique sua resposta.
1	Não
2	sim não acho que a nossa sabedoria venha somente da nossa evolução.
3	sim, talvez em outros planetas possui vidas diferentes das nosas, talvez mais desenvolvida ou menos desenvolvida
4	Não, eu acredito que só existem os seres humanos.
5	sim, eu acredito que exista, diferente da nossa raça humana mas com consciência.
6	Acredito. Há chance de existir vidas até mesmo mais inteligentes que o homem, afinal, nossa espécie é relativamente nova.
7	não, mas acredito que existem formas de vida não inteligentes.
8	Sim, pois as espécies extraterrestres podem estar em constante evolução, assim nós, humanos terrestres passamos.
9	Não
10	Não sei, que há vidas eu acredito, mas vidas com inteligência e consciência eu acho mais complicado, a não ser que eles pensem bem diferentes de nós...
11	sim, mas no sei explicar minha resposta
12	Sim, porque há diversas galáxias das quais não sabemos nada.
13	Sim, devido a documentarios e pesquisas que falam sobre. Através disso formei minha opinião.
14	Não
15	sim eu acredito que pode existir outros de mim em diferentes universos
16	sim já que se os macacos conseguiram evoluir porque outros seres no universo não conseguiriam?
17	sim, como a resposta anterior
18	sim, podem ser até mais evoluídos que nós
19	Não, eu realmente não acredito que haja a menos uma possibilidade para isso existir (só acredito vendo).

## APÊNDICE H – RESPOSTAS PRÉ-TESTE – PERGUNTA 8

Aluno	Se você respondeu que acredita em vida fora da Terra, descreva como você imagina esta forma de vida.
1	-
2	eu acho que é aparentemente e fisicamente é igual mas as condições de vida de sobrevivencia são diferentes.
3	imagino uma vida mais inteligente, seres e animais com capacidades diferentes e mais evoluídos do que os habitantes terrestres.
4	Não acredito.
5	eu imagino como um organismo complexo igualmente ao nosso ou até mais desenvolvido.
6	Provavelmente formas de vida simples como bactérias ou protozoários.
7	Eu imagino como microorganismos e até mesmo alguma espécie de planta.
8	Diferentes formas de vida, tanto similares quanto opostas aos humanos, de acordo com seu ambiente planetário, galáctico e universal.
9	Não
10	Sempre pensei em pessoas como em filmes as pessoas projetam os "extraterrestres". Que eles se comunicam de maneira diferente e num planeta escuro, com muito menos vida e luz solar do que o nosso.
11	eu acredito que possa ser até bem parecida com a nossa, mas ao invés de ser humanos algum outro tipo de especie ou pessoas muito diferentes
12	Imagino como seres diferentes porque cada planeta possui uma condição diferente.
13	Acho que de tamanho seria parecido, não sei como seria de aparência.
14	Algo parecido com bactérias
15	não sei
16	qualquer tipo de forma sendo quadrupede ou bípede assim como nós humanos
17	nao consigo ai alem dos meu espaco, independente da imensa criatividade nao tenho alguma ideia sobre alem dos estudos que levam uma diferente formação com base no espaco que vivemos.
18	acho que seria mais como algo bem decepcionante, já que estamos acostumados a ver os extraterrestres como algo muito impressionante e coisa, mas acho que seriam mais como novas especies de algas e peixes, mas caso for um planeta tão desenvolvido quanto o nosso, teriamos especies de animais muito diferentes e com característica muito impressionantes e diferentes.
19	não acredito que exista vida fora da terra, portanto, não saberia descrever essa outra forma de vida.

### APÊNDICE I – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 1

Aluno	A luz solar é necessária para a vida ? Explique sua resposta.
1	Sim pois precisamos dela para sobreviver pois ela que faz a fotossíntese.
2	Sim. A luz solar é um dos principais fatores para existir vida. Tão importante para os seres humanos, quanto para as plantas que realizam a fotossíntese a partir dela.
3	Sim pois ela fornece vitaminas essenciais e sem a sua luz a fotossíntese não pode acontecer.
4	Não, pois a energia necessária para a vida não precisa necessariamente vir do sol.
5	Sim, porque ela transmite calor e além disso permite que as plantas realizem fotossíntese por exemplo.
6	Sim, pois sem ela não temos energia.
7	Sim, ela é necessária para sobrevivermos e para a natureza, tanto no processo de fotossíntese quando para aquecer
8	Sim, pois se não houvesse luz não iríamos conseguir sobreviver.
9	Não. Pois acreditam que tenha vida em baixo da terra.
10	Sim, precisamos do calor do Sol para a vida.
11	Sim
12	Sim, porque sem ela não podemos fazer coisas necessárias como plantar qualquer coisa
13	sim pois a luz solar é muito importante para nossa pele e bem estar
14	sim, porque diversas plantas e animais necessita do sol para sobreviver
15	nao, para uma vida simples pode se encontrar formas de vida, nao inteligentes, muito afastada que qualquer luz
16	Sim, pois se não houver a mesma a vida se torna impossível, tanto por questões de frio extremo quanto a necessidade da vitamina D para os seres humanos e a necessidade de conseguir alimento, já que assim como nós os animais precisam dessa luz pra viver e também os vegetais não conseguem realizar a fotossíntese sem ela.
17	Sim, pois ela contribui para o processo de fotossíntese, portanto, sendo muito importante para a respiração das plantas, animais e seres humanos, além de contribuir para o crescimento de plantas, vegetais, legumes e entre outros, assim contribuindo para o sustento de nossa vida (em questão de alimentação por exemplo).

## APÊNDICE J – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 2

Aluno	Água líquida é necessária para vida existir ? Explique sua resposta.
1	Sim, pois ela é uma fonte de vida pra nós.
2	Sim. A água é muito importante para existência de vida.
3	A água não precisa estar necessariamente em estado líquido para a vida ser possível.
4	Sim. Pois os elementos hidrogênio e oxigênio são necessários e eles formam a água.
5	Sim, porque eu acho que sem ela a vida não existiria por ela contém elementos essenciais para a vida.
6	Não, pois existem seres que vivem no vácuo.
7	Sim, sem água não sobrevivemos também, ela é essencial e faz parte do nosso corpo assim como é importante para os animais e para natureza
8	Sim, pois é uma das fontes primárias para existência de vida.
9	Sim. Pois sem ela a vida não propagaria
10	Sim, ela é a base da vida.
11	Sim, pq todo humano precisa de água
12	Sim, porque sem ela muitos animais não viveriam e nós não teríamos o que comer
13	sim pois com ela podemos ficar hidratados e sem ela Poderíamos morrer de desidratação
14	sim pois por meio dela nosso sangue circula melhor no nosso corpo
15	nao, como a resposta de antes algumas vidas de formas basicas nao tem necessidade
16	Sim, já que a água é um dos elementos necessários para a vida, e o ser humano não sobrevive sem ela, assim como os animais, e as plantas secam sem água. Os únicos seres vivos capazes de sobreviver sem água são os Extremófilos.
17	Sim, pois, além de ser composta por dois elementos químicos essenciais para vida, como o hidrogênio e o oxigênio, a água compõem 70% do nosso corpo e contribui para os processos que ocorrem dentro do nosso organismo.

### APÊNDICE K – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 3

Aluno	É possível o surgimento de vida em um local onde não haja oxigênio ? Explique sua resposta.
1	Depende da vida
2	Acredito que não. Não sei explicar. Mas sei que o oxigênio é um fator muito necessário para nos mantermos vivos.
3	Não sei.
4	Não. Pois o oxigênio é um dos elementos básicos para a formação da vida.
5	Acho que sim, por exemplo um animal marinho que vive nas profundezas não respira oxigênio.
6	Sim, pois alguns seres não necessitam de oxigênio.
7	Não, oxigênio e necessário para tudo
8	Não, pois oxigênio é uma substância essencial para a existência de vida.
9	Sim. Pois o oxigênio não é essencial para algumas formas de vida
10	Talvez, mas não vida humana.
11	Não, toda vida precisa de oxigênio
12	Sim, tem um ser vivo que pode inclusive viver no espaço por um tempo, e ele não precisa de oxigênio
13	sim é possível que exista seres vivos que vivem em um local se oxigênio mas ainda não foram descobertos
14	não pois oxigênio é essencial pra vida
15	sim, algumas especies de vida é encontrada muito longe que qualquer oxigênio
16	Sim, mas não hoje em dia. A vida primordial no planeta era formada por seres anaeróbicos, ou seja, que não necessitam de oxigênio. Hoje em dia os organismos precisam de oxigênio pra viver.
17	Não, pois o gás oxigênio é essencial para que possamos respirar, apesar de que outros gases podem ser respirados, porém em menor quantidade se comparado com o gás oxigênio, que deve ser predominante. Um local onde não há oxigênio é inabitável para os seres vivos, pois sem ele, não poderíamos respirar, portanto, morreríamos de asfixia.

### APÊNDICE L – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 4

Aluno	Existe água em outro local do nosso sistema solar? Explique sua resposta.
1	Acho que não.
2	Não sei responder.
3	Sim, já foi comprovada a existência de água em planetas como Marte.
4	Sim. Na lua de Júpiter, Europa, existe uma camada de gelo, além da grande possibilidade da existência de um oceano abaixo da mesma.
5	Cientistas acreditam que existe um oceano embaixo da camada de gelo da lua de Júpiter, Europa.
6	Sim, em Europa.
7	Acredito que sim, nosso sistema solar é muito extenso
8	Sim, em Europa uma lua de Júpiter e em outros planetas do nosso sistema solar.
9	Sim. Existe água congelada em Marte.
10	Sim, provavelmente em Marte.
11	Sim, existe em Marte e na lua de Júpiter: Europa
12	Sim, tem um planeta que é todo coberto de água
13	sim existe diversos planetas que tem água
14	sim, em Marte, Europa
15	sim, há água em outros espaços do universo e em outros planetas
16	Sim, já encontraram evidências de água congelada em Marte e na Europa (uma das luas de Júpiter)
17	Sim, em uma das luas de Júpiter, Europa, que possui a crosta congelada. (Há uma possibilidade de haverem outros lugares com água em nosso sistema solar, mas eu não sei dizer quais são).

### APÊNDICE M – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 5

Aluno	O planeta Terra apresenta os principais elementos para o desenvolvimento da vida, como oxigênio, carbono e nitrogênio. Esses elementos são encontrados em lugares fora da Terra? Explique sua resposta.
1	Acho que não.
2	Não sei responder.
3	Sim, são encontrados em diversos astros ao redor do universo.
4	Sim. Esses elementos não são originados na Terra, ou seja, existem em outros lugares.
5	Acredito que algum deles devem ser encontrados, mas não todos, já que não há evidências de vida extraterrestre.
6	Sim, em Marte.
7	São, com o tamanho do universo creio q exista mais planetas com as mesmas condições q o nosso.
8	Sim, nas estrelas, planetas e luas e etc.
9	Sim. Mas nem todos. Marte é composta em 95% carbono.
10	Acho que sim, talvez não juntos.
11	Sim, oxigênio tem no espaço, mas é muito pouco para conseguirmos respirar, e existe esses 3 elementos em marte
12	Sim, em quantidades diferentes mas sim
13	sim em marte estão vendo se pode viver lá
14	sim pois é quase impossível que na imensidão do universo não exista outro planeta igual a terra
15	sim, são encontrados esses elementos em muitos lugares do universo, na maioria não estão juntos
16	Sim, encontramos gases como carbono e nitrogênio em locais como estrelas, e o oxigênio possivelmente existe na água em Marte e na Europa.
17	Sim, na atmosfera de outros planetas, nas fusões nucleares que as estrelas sofrem, que, portanto, liberam esses gases.

## APÊNDICE N – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 6

Aluno	Você acredita que existe alguma forma de vida em outros lugares do Universo? Explique sua resposta.
1	Sim pois não acho que existe só nós nesse universo infinito
2	Acredito, num universo tão grande como o nosso, acho difícil que haja vida apenas na Terra.
3	Acredito que há algum tipo de vida não inteligente como algum microorganismo ou planta em outros lugares do universo.
4	Sim, o universo é vasto, ou seja, há grande possibilidade de haver vida em outros planetas.
5	Acredito, porque o universo é muito vasto e existe diversas galáxias.
6	Sim, eu acredito pois existem seres resistentes a condições extremas e combinado com o tamanho do universo a chance é muito grande.
7	Sim
8	Pode ser que sim, mas não há comprovação científica que explica a possibilidade de existência de vida fora da terra.
9	Sim. Pois na Europa há grande probabilidade de ter vida subterrânea
10	Sim, o Universo é algo muito grande para não ter nenhum outro tipo de vida.
11	Sim
12	Sim, não acredito que seja inteligente mas existe
13	sim no multiverso pode existir diversos tipos de mim
14	sim pois o universo é vasto e acho que em algum lugar dele deve haver
15	sim, a possibilidade de vida perto da terra é extremamente baixo e difícil mas como um universo que não foi totalmente descoberto, se isso possível, podemos imaginar grandes possibilidades
16	Sim, o universo é grande demais para que não existam outras formas de vida, considerando que conhecemos somente o Sistema solar, e que esse é um dos sistemas de uma galáxia cheia de sistemas e que o universo é cheio de galáxias.
17	Conforme o que estudamos durante as aulas, pode haver uma probabilidade de a Lua de Júpiter, Europa, e Marte, um planeta rochoso, serem locais habitáveis (apesar de Marte, por ser próximo da Terra, estar mais próximo da zona habitável, enquanto a Lua de Europa está mais afastada), devido a condições específicas, como a crosta congelada de Europa e atmosfera rica que Marte possuía, e o fato de terem encontrado água no local, apesar de não possuírem mais.

## APÊNDICE P – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 7

Aluno	Você acredita que existe vida inteligente em outros lugares do Universo? Explique sua resposta.
1	Sim
2	Não sei se vida inteligente e consciente, mas acredito que exista algum tipo de vida sim.
3	Acredito na possibilidade de vida, porém não inteligente.
4	Não. A vida inteligente é muito complexa, e as condições para sua existência também são. Acredito que as formas de vida fora do nosso planeta sejam simples.
5	Sim, mesmo que não haja evidência, acredito que há em outras galáxias.
6	Sim, mesmo precisando de muitos elementos e condições juntas para a existência de vida inteligente eu acredito pois o universo é imenso.
7	Sim, outros planetas. em minha visam também podem possuir vida inteligente
8	Não, pois já é difícil que haja vida fora da terra, e se existir a possibilidade de existir vida inteligente é menor ainda.
9	Sim. Através de documentários.
10	Talvez, mas acho que não.
11	Sim
12	Não
13	sim alienígenas
14	sim pois se os seres humanos conseguiram porque outras especies não poderiam
15	sim, possivelmente muito longe da terra mas há possibilidade
16	Sim, como expliquei anteriormente, o universo é grande demais.
17	Sinceramente não, não acho que possa haver outras formas de vida fora da terra, muito menos inteligente, devido as condições diferentes e limitadas dos outros planetas, assim, dificultando um possível desenvolvimento. Acho muito difícil algo como isso ser possível.

### APÊNDICE Q – RESPOSTAS PÓS-TESTE – PERGUNTA 8

Aluno	Se você respondeu que acredita em vida fora da Terra, descreva como você imagina esta forma de vida.
1	Acho que são iguais a nós fisicamente mas com algumas evoluções.
2	Imagino extraterrestres como os dos filmes, que não se comunicam como nós e não são evoluídos como nós.
3	Imagino como algum tipo de microorganismo, fungos, plantas, etc.
4	Acredito que sejam seres como bactérias, ou extremófilos. Na sua maioria extremófilos, afinal, os mesmos são capazes de resistir a condições extremas.
5	Acho que diferente pois as condições dos planetas são diferentes.
6	Animais bípedes com pele.
7	Pessoas mais evoluídas, com outras formas corporais
8	Bactérias, fungos e outros microorganismos de vida não inteligente.
9	Não sei descrever com detalhes, mas acho que a estatura é parecida.
10	Algum tipo de bactéria.
11	Eu imagino que sejam parecidos com os seres humanos mas em uma forma diferente
12	-
13	aliens que viajam em ovnis de planetas para planetas mas não vão para o planeta porque não suportam o oxigênio
14	de diversas formas quadrupede bipede, gigante, pequeno, com poderes, muito fortes....
15	nao imagino
16	De todas as formas que conhecemos e formas além do que imaginamos.
17	Não consigo muito bem imaginar vida fora da terra, o máximo que consigo imaginar são vidas minúsculas e bem limitadas, devido as condições dos outros planetas serem diferentes da terra, extremófilos.