

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA**

Amanda Martins Gasparini

**ASTROBIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE
DIMENSÕES CURRICULARES**

Bauru
2026



AMANDA MARTINS GASPARINI

**ASTROBIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE
DIMENSÕES CURRICULARES**

Dissertação submetida como requisito para a obtenção do título de mestre junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Bauru.

Orientador: Prof. Dr. Jair Lopes Junior

Bauru

2026

G249a Gasparini, Amanda Martins
Astrobiologia na Educação Básica : caracterização e análise
de dimensões Curriculares. / Amanda Martins Gasparini. --
Bauru, 2026
183 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru
Orientador: Jair Lopes Junior

1. Astrobiologia. 2. Ensino de Ciências. 3. BNCC. 4.
Currículo. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos
pelo autor(a).



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE AMANDA MARTINS GASPARINI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 20 de fevereiro de 2026, às 14h, por Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de AMANDA MARTINS GASPARINI, intitulada "Astrobiologia na Educação Básica: Caracterização e análise de dimensões curriculares". A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. JAIR LOPES JUNIOR (Orientador) - Participação Virtual) do Departamento de Psicologia / UNESP / Câmpus de Bauru - FC, Profa. Dra. CLAUDIANE CHEFER (Participação Virtual) da Secretaria de Educação do Estado do Paraná e Prof. Dr. Rodolfo Langhi do Departamento de Física e Meteorologia / UNESP / Câmpus de Bauru - FC. Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora, que participaram do ato de forma virtual, a discente recebeu o conceito final: **APROVADA**. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo Presidente da Comissão Examinadora.

Documento assinado digitalmente
 JAIR LOPES JUNIOR
Data: 02/03/2026 07:34:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. JAIR LOPES JUNIOR

AMANDA MARTINS GASPARINI

**ASTROBIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE
DIMENSÕES CURRICULARES**

Dissertação submetida como requisito para a obtenção do título de mestre junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Bauru.

Data da defesa: 20/02/2026

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jair Lopes Junior
UNESP - Faculdade de Ciências - Bauru

Prof. Dr. Rodolfo Langhi
UNESP - Faculdade de Ciências - Bauru

Prof. Dra. Claudiane Chefer
Secretaria de Educação do Estado do Paraná

RESUMO

GASPARINI, Amanda Martins. **Astrobiologia na Educação Básica: Caracterização e análise de dimensões Curriculares**. 2026. 184 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru-SP, 2026.

A Astrobiologia constitui um campo científico voltado ao estudo da origem, evolução e distribuição da vida no Universo. Devido ao seu caráter interdisciplinar e integrador, os conhecimentos astrobiológicos encontram-se presentes em documentos curriculares no contexto da Educação Básica. Partindo desses pressupostos, almejou-se investigar de que maneira a Astrobiologia vem sendo contemplada na organização curricular das disciplinas de Ciências e Biologia no Ensino Fundamental (Anos Finais) e Ensino Médio. A análise inicial consistiu em quatro etapas: 1) Revisão Sistemática de Literatura (RSL) em periódicos sobre o Ensino em Astrobiologia; 2) seleção de eixos temáticos de Astrobiologia; 3) análise documental da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e do Currículo Paulista (CP) e 4) análise do material digital do Estado de São Paulo. Os resultados obtidos na RSL identificaram 9 trabalhos com diferentes temáticas na área de ensino em Astrobiologia, como formação docente, materiais didáticos, documentos curriculares e ensino e aprendizagem. A BNCC e o CP apresentaram habilidades, competências e objetos de conhecimento associados à Astrobiologia e alinhados ao material digital paulista através das temáticas sobre as características essenciais para um ser vivo, a exploração espacial, a origem da vida, as condições de habitabilidade, as zonas habitáveis e os extremófilos. Apesar do material digital estar alinhado com a BNCC e o CP, foram identificados impasses em relação aos conteúdos e atividades, como a presença de exercícios genéricos e objetivos de aprendizagem superficiais. Para superar esses desafios, a pesquisa visou estimular a conciliação entre a BNCC e o CP, juntamente com a ampliação da autonomia docente na elaboração curricular e no uso do material digital. Com isso, torna-se necessário investir em materiais pedagógicos com rigor científico, na formação docente em Ciências e Biologia e, na promoção de um ensino que valorize as práticas experimentais, investigativas e críticas em relação aos conteúdos astrobiológicos.

Palavras-chave: Astrobiologia. Ensino de Ciências. BNCC. Currículo Paulista.

ABSTRACT

Astrobiology is a scientific field focused on the study of the origin, evolution, and distribution of life in the Universe. Due to its interdisciplinary and integrative nature, astrobiological knowledge is present in curricular documents within the context of Basic Education. Based on these assumptions, this study aimed to investigate how Astrobiology is being addressed in the curricular organization of Science and Biology subjects in Elementary School (Final Years) and High School. The initial analysis consisted of four stages: 1) Systematic Literature Review (SLR) in journals on Astrobiology Education; 2) selection of thematic axes in Astrobiology; 3) document analysis of the Base Nacional Comum Curricular (BNCC) and the São Paulo State Curriculum (CP); and 4) analysis of digital material from the State of São Paulo. The results obtained in the SLR identified 9 works with different themes in the area of Astrobiology education, such as teacher training, teaching materials, curricular documents, and teaching and learning. The BNCC and the CP presented skills, competencies, and knowledge objects associated with Astrobiology and aligned with the São Paulo digital material through themes on the essential characteristics of a living being, space exploration, the origin of life, habitability conditions, habitable zones, and extremophiles. Despite the digital material being aligned with the BNCC and the CP, obstacles were identified regarding content and activities, such as the presence of generic exercises and superficial learning objectives. To overcome these challenges, the research aimed to stimulate alignment between the BNCC and the CP, along with expanding teacher autonomy in curriculum development and the use of digital material. Therefore, it becomes necessary to invest in scientifically rigorous pedagogical materials, in teacher training in Science and Biology, and in promoting teaching that values experimental, investigative, and critical practices in relation to astrobiological content.

Keywords: Astrobiology. Science Education. BNCC. São Paulo State Curriculum.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a minha família, principalmente aos meus pais e meu irmão por me apoiarem na trajetória acadêmica. Ao meu namorado, Marcos, por estar comigo nos momentos mais difíceis e por acreditar no meu potencial como professora e pesquisadora.

Agradeço ao meu orientador Prof.º Dr.º Jair Lopes Junior, uma pessoa que me acolheu desde o momento do processo seletivo, até a finalização da minha pesquisa. Muito obrigada pela confiança e por compartilhar seu conhecimento comigo, tenho você como grande inspiração, seja como pessoa, seja como profissional.

Agradeço aos meus colegas e amigos da escola E.E. Pref. Edison Bastos Gasparini, que estiveram junto a mim nessa trajetória do mestrado, dos quais vivenciamos comigo os desafios de lecionar e atuar na área da pesquisa em educação. Também não posso deixar de agradecer aos meus alunos, já que um dos motivos de estar cursando o Mestrado é pela busca em aprimorar meu trabalho como professora, a fim de estimular a valorização da Ciência e garantir uma educação de qualidade.

Agradeço aos meus professores e colegas da pós-graduação, já que tive aulas muito enriquecedoras que contribuíram diretamente para minha formação e troca de experiências com pessoas incríveis e profissionais de grande prestígio.

Agradeço aos meus amigos que fiz durante a pós-graduação, onde tivemos vivências que nos renderam alegrias e angústias como bons estudantes e pesquisadores. Graças a eles, o processo se tornou mais leve e acolhedor.

Agradeço também a todos meus amigos que estiveram comigo me apoiando, me ajudando e me alegrando nas horas mais difíceis. Tenho muito carinho por todas essas pessoas que fizeram parte de minha trajetória.

Também agradeço a todas as pessoas que passaram pela minha vida e contribuíram de alguma forma, sejam os profissionais que cuidam da minha saúde mental, sejam os colegas que conheci em eventos científicos, seja qualquer pessoa que esteve comigo nessa trajetória e pôde me proporcionar sorrisos, conhecimentos e alegrias.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Técnicas e intencionalidades pedagógicas utilizadas no Material Digital do Estado de São Paulo.....	45
Figura 2 – Quadro comparativo entre o escopo-sequência e o Material Digital do Estado de São Paulo.....	45
Figura 3 — Livro Astrobiologia: uma ciência emergente, publicado no ano de 2016 e utilizado como referencial teórico para a seleção de eixos temáticos de Astrobiologia.	54
Figura 4 — Categorização temática das produções acadêmicas na área de Ensino em Astrobiologia.....	61
Figura 5 — Esquema representativo da Zona Habitável no Sistema Solar.....	72
Figura 6 — Conteúdos e atividades da aula de Ciências “Os seres vivos e os elementos não vivos”, do 6º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).....	95
Figura 7 — Conteúdos da aula de Ciências “Célula e teoria celular”, do 6º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).....	96
Figura 8 — Conteúdos e atividades da aula de Ciências “Seres unicelulares”, do 6º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).....	97
Figura 9 — Conteúdos da aula de Ciências “Efeito estufa”, do 7º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).....	101
Figura 10 — Aula prática sobre a criação de um modelo do efeito estufa.....	102
Figura 11 — Conteúdos da aula de Ciências “Efeito estufa e emissão de gases poluentes”, do 7º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).....	103
Figura 12 — Atividade de discussão sobre a comparação do efeito estufa de Vênus com a Terra.....	104
Figura 13 — Atividades da aula de Ciências “Efeito estufa e emissão de gases poluentes”, do 7º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).....	105
Figura 14 — Atividade de comparação entre gases de planetas diferentes.....	106
Figura 15 — Conteúdos da aula de Ciências “O papel do efeito estufa para o desenvolvimento da vida na Terra”, do 7º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais)..	106

Figura 16 — Atividades da aula de Ciências “O papel do efeito estufa para o desenvolvimento da vida na Terra”, do 7º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais)..	107
Figura 17— Notícia apresentada no Material Digital de Ciências (9º ano) sobre o primeiro brasileiro a ir para o espaço.....	111
Figura 18 — Propostas de atividade com questões alternativas e discursivas sobre a aula.....	112
Figura 19 — Conteúdo abordado no 9º ano em Ciências sobre o lixo espacial que orbita a Terra.....	114
Figura 20 — Conteúdos da aula de Ciências “A importância da água para a vida”, do 9º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).....	115
Figura 21 — Atividade de construção de hipótese sobre a origem da água no planeta Terra.....	116
Figura 22 — Conteúdo sobre o surgimento da água no planeta Terra.....	116
Figura 23 — Reportagem sobre indícios de água fora da Terra e sobre a existências de exoplanetas.....	117
Figura 24 — Atividade sobre as principais características dos seres vivos.....	118
Figura 25 — Manchete sobre a descoberta de matéria orgânica em Marte pela Nasa e atividade sobre as condições necessárias para a existência de seres vivos.....	119
Figura 26 — Conteúdo da aula de Ciências “Condições para a existência da vida na Terra”, do 9º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).....	120
Figura 27 — Questão alternativa sobre a origem dos seres vivos.....	121
Figura 28 — Abordagem sobre a vida fora da Terra.....	122
Figura 29 — Atividade sobre a comparação de planetas rochosos do Sistema Solar e discussão sobre as condições para a vida fora da Terra.....	123
Figura 30 — Retomada de conteúdo sobre os tardígrados.....	124
Figura 31 — Citação do astrobiólogo brasileiro Douglas Galante sobre os estudos de luas geladas do Sistema Solar.....	125
Figura 32 — Conteúdo sobre os organismos extremófilos.....	125
Figura 33 — Classificação dos organismos extremófilos.....	126
Figura 34 — Questão alternativa sobre a classificação dos tardígrados em relação às	

categorias dos organismos extremófilos.....	127
Figura 35 — Conteúdo sobre o uso de tardígrados nos estudos sobre a exploração espacial.....	127
Figura 36 — Conteúdos e atividades sobre as condições para a vida, a zona habitável e a resistência dos tardígrados.....	128
Figura 37 — Conteúdos e atividades da aula “Efeito estufa - Manutenção da vida” do 1º ano do Ensino Médio.....	135
Figura 38 — Conteúdo sobre as características da Terra Primitiva.....	136
Figura 39 — Atividades sobre a Terra Primitiva e análise de imagens sobre o efeito estufa.....	137
Figura 40 — Aula sobre as teorias científicas sobre a origem da vida, introduzindo o conteúdo sobre geração espontânea.....	137
Figura 41 — Conteúdos e atividades sobre as teorias da origem da vida e as etapas do método científico.....	138
Figura 42 — Conteúdo destacando a panspermia.....	139
Figura 43 — Conteúdo sobre teoria da Evolução Química.....	140
Figura 44 — Atividade e correção sobre “O caso das formigas”.....	140
Figura 45 — Conteúdos e atividades sobre o surgimento e evolução da vida.....	141
Figura 46 — Conteúdo sobre a hipótese de Oparin e Haldane.....	142
Figura 47 — Conteúdo sobre o experimento de Stanley Miller e Harold Urey.....	142
Figura 48 — Atividades com questões alternativas e discursivas sobre a origem da vida.....	143
Figura 49 — Taxonomia dos Objetivos Cognitivos de Bloom.....	148

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Temas associados ao campo da Astrobiologia.....	33
Quadro 2 — Produções acadêmicas identificadas na área de Ensino em Astrobiologia. 58	
Quadro 3 — Eixos temáticos da Astrobiologia a partir do referencial teórico Astrobiologia: uma ciência emergente.....	66
Quadro 4 — Componente curricular de Ciências do Ensino Fundamental (Anos Finais) estabelecidos pela BNCC.....	78
Quadro 5 — Competências específicas das Ciências da Natureza na etapa do Ensino Médio apresentadas pela BNCC.....	84
Quadro 6 — Competências específicas e suas respectivas habilidades curriculares das Ciências da Natureza na etapa do Ensino Médio apresentadas pela BNCC.....	84
Quadro 7 — Vinculação dos eixos temáticos de Astrobiologia com os conteúdos curriculares de Ciências apresentados na BNCC e Currículo Paulista na etapa Ensino Fundamental (Anos Finais).....	87
Quadro 8 — Vinculação dos eixos temáticos de Astrobiologia com os conteúdos curriculares de Biologia apresentados na BNCC e Currículo Paulista na etapa do Ensino Médio.....	89
Quadro 9 — Aulas e habilidades curriculares associadas à Astrobiologia na disciplina de Ciências selecionadas para a análise de conteúdo.....	93
5.5 Descrição das aulas de Ciências do 7º ano dos Anos Finais do Ensino Fundamental.....	100
Quadro 10 — Aulas e habilidades curriculares associadas à Astrobiologia na disciplina de Biologia selecionadas para a análise de conteúdo.....	134

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIET	Busca por Inteligências Extraterrestres
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BNCC-EM	Base Nacional Comum Curricular na Etapa do Ensino Médio
CMSP	Centro de Mídias do Estado de São Paulo
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNT	Ciências da Natureza e Suas Tecnologias
CP	Currículo Paulista
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
EFAPE	Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação do Estado de São Paulo
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
GEEs	Gases de Efeito Estufa
HC	Habilidade Curricular
IDEB	Índice de Desenvolvimento do Ensino Básico
ISS	Estação Espacial Internacional
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
NAP/Astrobic	Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NEM	Novo Ensino Médio
OB	Objeto de Conhecimento
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNE	Plano Nacional de Educação
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

RELEA	Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SARESP	Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar de São Paulo
SBEnBio	Associação Brasileira de Ensino de Biologia
SCIELO	Scientific Electronic Library Online
SEDUC	Secretaria da Educação do Estado de São Paulo
SETI	Search for Extraterrestrial Intelligence
TDICs	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
USP	Universidade de São Paulo
UT	Unidade Temática
ZH	Zona Habitável

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. JUSTIFICATIVA.....	47
3. OBJETIVOS.....	48
4. METODOLOGIA.....	50
4.1.1 Revisão Sistemática de Literatura na área de ensino de Astrobiologia.....	51
4.1.2 Segunda etapa: Seleção de eixos temáticos de Astrobiologia.....	53
4.1.3 Terceira etapa: Análise documental da BNCC e do Currículo Paulista.....	54
4.1.4 Quarta etapa: Análise do material digital do Estado de São Paulo.....	56
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
5.1 Revisão Sistemática de Literatura na área de ensino de Astrobiologia.....	58
5.3.1 Análise da BNCC: Etapa do Ensino Fundamental - Ciências da Natureza.....	76
5.2.2 Análise da BNCC: Etapa do Ensino Médio - Ciências da Natureza e suas Tecnologias.....	82
5.5 Vinculação dos temas astrobiológicos com o Material Digital do Estado de São Paulo - Etapa do Ensino Fundamental (Anos Finais).....	92
5.4.2 Aula 1: Os seres vivos e os elementos não vivos.....	94
5.4.3 Aula 2: Célula e Teoria Celular.....	95
5.4.4 Aula 9: Seres Unicelulares.....	96
5.4.5 Aspectos e análise geral das aulas de Ciências do 6º ano a partir de uma perspectiva astrobiológica.....	97
5.5.1 Aula 7: Efeito estufa.....	100
5.5.2 Aula 8: Efeito estufa e emissão de gases poluentes.....	102
5.5.3 Aula 9: O papel do efeito estufa para o desenvolvimento da vida na Terra....	105
5.5.4 Aspectos e análise geral das aulas de Ciências do 7º ano a partir de uma perspectiva astrobiológica.....	107
5.6.1 Aula 17: Exploração espacial - Turismo no espaço.....	111
5.6.2 Aula 20: A importância da água para a vida.....	114
5.6.3 Aula 21: Condições para a existência de vida na Terra.....	118

5.6.4 Aula 22: Astrobiologia.....	123
5.6.5 Aspectos e análise geral das aulas de Ciências do 9º ano a partir de uma perspectiva astrobiológica.....	129
5.8 Descrição das aulas do 1º ano do Ensino Médio em uma perspectiva astrobiológica.....	135
5.8.1 Aula 1: Efeito Estufa - Manutenção da Vida.....	135
5.8.2 Aula 9 - Teorias científicas sobre a origem da vida.....	137
5.8.3 Aula 11 - Surgimento e evolução da vida.....	141
5.9 Aspectos e análise geral das aulas do 1º ano do Ensino Médio em uma perspectiva astrobiológica.....	144
5.10 Considerações gerais acerca do material digital e a presença dos eixos temáticos da Astrobiologia.....	146
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	153
REFERÊNCIAS.....	159

BREVE APRESENTAÇÃO SOBRE A PESQUISADORA

Ao lembrar minha trajetória acadêmica na graduação em Ciências Biológicas/UNESP-Bauru, nunca havia entrado em contato com o assunto da Astrobiologia. Mas afinal, como fui introduzida a esta área tão encantadora e fascinante?

Em primeiro momento, eu nunca havia pensado em cursar um Mestrado, principalmente em uma universidade pública. Dentre os motivos, encontrava-se a falta de confiança e insegurança sobre a própria capacidade profissional e intelectual.

Como aluna de escola pública durante toda a vida, nunca foi fácil enfrentar os desafios de vivenciar uma educação acrítica, desigual, com pouca infraestrutura e professores desmotivados. O Ensino Fundamental foi marcante para mim, visto que causou diferentes traumas em relação à escola: baixo interesse dos alunos, bullying, violências simbólicas, pouca infraestrutura e recursos pedagógicos, professores desestimulados, entre diversos outros problemas. A Amanda da infância, que sonhava em ser professora quando pequena, agora demonstrava desprezo e medo em relação à escola e à educação.

No entanto, as coisas mudaram e, no Ensino Médio, tive a oportunidade de entrar em uma escola do Programa de Ensino Integral (PEI), da qual transformou minha visão de mundo: ao longo dos três anos, passei a ter acesso a conhecimentos e oportunidades que nunca havia entrado em contato anteriormente. Graças a essa escola, pude expandir meus horizontes e perceber que a universidade era um caminho para meu aprimoramento pessoal, intelectual e profissional. Dessa forma, consegui ingressar no curso de Ciências Biológicas, do qual me apaixonei e me dediquei durante 6 anos, na modalidade de bacharelado e licenciatura. Foi na licenciatura que voltei a retomar os sonhos da Amanda de infância, que almejava em ser professora. Em específico, sonhava em ser professora de escola pública, a fim de retornar todo o conhecimento que obtive durante estes anos na universidade.

Ao terminar a graduação, resolvi enfrentar o medo que me assombrava sobre a incapacidade de ingressar no Mestrado. Para isso, fiz a inscrição como aluna

especial em uma disciplina do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência/UNESP-Bauru. A disciplina era (e ainda é) ministrada pelo professor Rodolfo Langhi, intitulada “Ensino de Astronomia para a educação básica: fundamentos e métodos”. Essa oportunidade foi de grande relevância para mim, visto que pude aprender diferentes conteúdos de Astronomia de forma integrada com a formação de professores em um contexto de ensino e aprendizagem.

Graças a essa disciplina, conheci a Astrobiologia como um dos eixos temáticos associados à Astronomia. Por nunca ter ouvido falar no termo, me encantei ao descobrir e perceber a vida de um ponto de vista diferente: agora não somente no quesito terrestre, mas também em um contexto cósmico. Nesse processo, pude aprender mais sobre a Astrobiologia, apresentar um webinar sobre o ensino em Astrobiologia e, por fim, comprei o livro que hoje utilizo como referência principal neste trabalho: *Astrobiologia: uma ciência emergente*.

Ao ter contato com a pós-graduação, percebi que o Mestrado não era um “bicho de 7 cabeças” como eu imaginava. Criei um projeto inicial, apresentei ao meu professor orientador Jair, que me acolheu e aceitou construir essa proposta comigo. Prestei o processo seletivo e, para minha surpresa, eu passei. Hoje, com toda a certeza, considero que foi uma das decisões e experiências mais importantes para a minha vida.

Atualmente sou professora de uma escola do PEI e, apesar dos desafios e dificuldades, conciliar os dois mundos foi essencial para me impulsionar como professora. Sabe-se que estar na academia é muito diferente do que pisar no chão da escola. São duas realidades totalmente opostas. Por isso, é necessário continuar nessa luta, levando os conhecimentos da universidade para a escola e trazer a escola para mais perto da universidade.

É nesse contexto que hoje, como pesquisadora, busco compreender a maneira que os conhecimentos científicos produzidos na universidade, como os relacionados à Astrobiologia, podem dialogar com o currículo da Educação Básica em minha própria realidade. O carinho que eu tenho pela área astrobiológica, junto ao meu papel de professora que luta por uma educação justa e de qualidade, é o que me deu combustível para todo esse processo no Mestrado.

1. INTRODUÇÃO

1.1 A Astrobiologia como área de pesquisa

Dentre as motivações deste trabalho, considero a prática de propor ações e reflexões que contribuam para a expansão da consciência humana além dos limites a que estamos habituados. Assim sendo, busca-se proporcionar uma visão de mundo mais ampla, que vai além dos confins da Terra, mas também considerando toda a biodiversidade de vida planetária para assim buscar e superar suas fronteiras.

Agora, a perspectiva apresentada advém da Astrobiologia, conciliando-a em um contexto educacional a fim de favorecer a expansão da visão do mundo para um novo ponto de vista cósmico.

Ao refletirmos sobre a imensidão do Universo, a Ciência questiona sobre a possibilidade de existência de outras formas de vida fora da Terra. O rápido desenvolvimento tecnológico e expansão dos conhecimentos humanos sobre o Sistema Solar e nossa galáxia permitiram desenvolver uma área de estudo relacionada a essa temática: a Astrobiologia, como citada anteriormente. Apesar do nome pouco conhecido, a Astrobiologia é um tema antigo na humanidade. Além de indagar sobre os fenômenos observados na natureza, o ser humano apresenta uma tradição antiga de se questionar sobre o seu lugar no universo (Styczinski *et al.*, 2024).

O debate sobre a vida no universo vai além do quesito científico, mas também o filosófico. A vida extraterrestre já era abordada nas obras de Demócrito (460 a.C.-370 a.C.), Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), Epicuro (341 a.C.-271 a.C.), Lucrécio (c. 99-55 a.C), Santo Agostinho (354-430), entre outros pensadores (Friaça, 2010).

Blumberg (2003) identificou a primeira citação do termo “Astrobiologia” feita por Laurence J. Lafleur em um artigo nomeado *Astrobiology* para a Sociedade Astronômica do Pacífico, no ano de 1941. Porém, o termo já era encontrado através de sinônimos presentes na literatura, como xenobiologia, exobiologia, bioastronomia, cosmobiologia e até mesmo derivações para áreas específicas, tal como exossociologia, exopaleontologia e astrobotânica, sendo o

último termo associado, até o século XX, à crença de que as plantas seriam as formas de vida mais prováveis de habitar outros planetas (Galante *et al.* 2016). No Brasil, o termo foi utilizado na língua portuguesa no ano de 1958, quando o biólogo paulista Flávio Augusto Pereira publicou o livro *Introdução à astrobiologia* (Galante *et al.*, 2016).

Apesar da Astrobiologia ganhar destaque na mídia nos últimos anos, desde 1950 o assunto já estava presente em noticiários, dando início a “Astrobiologia moderna” (Ferreira, 2017). A intenção, na época, não era substituir um conhecimento “antigo” por um “novo”, em linha temporal, mas sim juntar indícios para desenhar a construção de um saber. Dentre os primeiros pesquisadores a trabalhar com a Astrobiologia como campo científico foi o astrônomo soviético Gabriel Tikhov, com suas publicações intituladas *Astrobiotany* (1949) e *Astrobiology* (1953). Tikhov atuava como diretor no Observatório de Alma-Ata, atualmente Instituto de Astrofísica de Fessenkov, no Cazaquistão e acreditava na existência de vegetais e animais em outros planetas, como em Vênus e Marte. Em 1909 obteve milhares de fotografias de Marte, das quais utilizou para analisar a presença ou não nas regiões coloridas do planeta vermelho. Entre 1918 e 1920, utilizou novos filtros e concluiu que existiam vegetais decíduos que se tornavam marrons no meio do verão e, vegetais sempre verdes, em qualquer estação (Pereira, 1958).

Apesar do pensamento sobre a vida extraterrestre percorrer ao longo da história, foi no século XX que a Astrobiologia começou a ganhar embasamento científico. No ano de 1953, Stanley L. Miller realizou um experimento que demonstrou a possibilidade de síntese de compostos orgânicos a partir da simulação de condições semelhantes à da Terra primitiva. Dessa forma, seu estudo contribuiu para o entendimento das condições que podem favorecer o surgimento da vida (Oliveira, 2014).

Com o passar do tempo, o termo “Astrobiologia” foi ganhando destaque e, em 1998, a Agência Espacial Norte-Americana (NASA) renomeou o seu programa científico, antes conhecido como “Exobiologia”, para Astrobiologia. Esta, engloba diversos questionamentos: “*Como a vida surgiu e evoluiu?*”, “*Existe vida em outra parte do Universo?*” “*Qual o futuro da vida na Terra e além?*”, “*Estamos sozinhos?*”.

Seu campo de pesquisa é dedicado a entender a origem, a evolução, a distribuição e o futuro da vida, na Terra ou fora dela (Blumberg, 2003). Sua complexidade vai muito além de uma ciência fechada e restrita. A amplitude do tema é capaz de criar pontes com diferentes disciplinas, como cita Friaça (2010, p. 96):

Considerando-a como o "estudo da vida no contexto cósmico", a Astrobiologia envolve dois objetos tão vastos, a Vida e o Cosmos, que, mais do que interdisciplinar, torna-a transdisciplinar. Não se trata apenas de um objeto estudado por diversas disciplinas, em uma rede interdisciplinar, mas da abertura de um campo transdisciplinar, onde convivem novos objetos e modos de compreensão. O trabalho de pesquisa em Astrobiologia é conduzido dentro dessa atmosfera. Dentro desse ambiente permeado pela transdisciplinaridade, damo-nos conta da permeabilidade das fronteiras entre os campos do conhecimento.

Staley (2003) considera a Astrobiologia como uma ciência única. Diferente da Biologia, que se concentra exclusivamente no estudo sobre a vida na Terra, a Astrobiologia considera questões que transcendem os nossos limites planetários. De acordo com o autor:

Quando biólogos perguntam "O que é a vida?", eles são limitados pela gama de formas de vida na Terra. No entanto, quando o astrobiólogo faz a mesma pergunta, todas as fronteiras são removidas. O astrobiólogo não está mais confinado à vida na Terra, mas é forçado a conjurar possibilidades além das necessidades da água e do dogma DNA→ RNA→ proteína. De fato, a imaginação é a única limitação ao pensamento do astrobiólogo, embora seja severa (Staley, 2003, p. 348, tradução própria).

O *Astrobiology Program* da NASA apresenta quatro princípios fundamentais para o estudo e desenvolvimento da área. Segundo a instituição, são eles:

(1): A Astrobiologia é multidisciplinar e alcançar nossos objetivos exigirá a cooperação de diferentes disciplinas e programas científicos; **(2)** a Astrobiologia incentiva a administração planetária, enfatizando a proteção contra a contaminação biológica e o reconhecimento das questões éticas que envolvem a exportação de vida terrestre para além da Terra; **(3)** A Astrobiologia reconhece um amplo interesse social em nossa área, especialmente em áreas como a busca por vida extraterrestre e o potencial para projetar novas formas de vida adaptadas para viver em outros mundos e **(4)** em vista do entusiasmo intrínseco e do amplo interesse público em nossa área, a Astrobiologia inclui um forte elemento de educação e divulgação pública (NASA, 2014, tradução própria).

A vida extraterrestre, então, torna-se uma questão fascinante para a humanidade. Apesar de atualmente não haver nenhuma comprovação científica acerca da existência de vida fora da Terra, tal fato deve ser considerado para discutirmos e investigarmos a possível existência (ou não) da vida em outros planetas (Quillfeldt, 2010). Afinal, ao falarmos sobre vida extraterrestre, é importante considerar que a “ausência de evidência não é, por si, evidência da ausência” frase popularizada pelo astrônomo Carl Sagan.

Ao longo da evolução do conhecimento e tecnologia, a possibilidade de existência de vida extraterrestre tornou-se tema de interesse para a comunidade científica nas últimas décadas. O avanço dos estudos sobre a natureza do Sistema Solar e de nossa galáxia permitiu aplicar um método científico para a investigação de outras formas de organismos no Universo, bem como a possibilidade da exploração e colonização do espaço pela humanidade.

A Astrobiologia, até o presente momento, apresenta um único objeto de estudo: a vida terrestre. Apesar de conservador, a área busca trabalhar baseado naquilo que é conhecido: (1) uma vida à base de carbono, um átomo com alta versatilidade estrutural; (2) ambientes que contenham água em estado líquido, por conta de ser um solvente universal e (3) atmosferas com certa pressão barométrica mínima (Quillfeldt, 2010).

Quanto à pesquisa, o desenvolvimento da área científica da Astrobiologia tem colaborado diretamente para os programas de exploração espacial, dos quais podem produzir subprodutos sociais e tecnológicos importantes, como por exemplo, nas telecomunicações, sensoriamento remoto, segurança nacional, agricultura e, no estudo da evolução biológica na Terra durante os 4 bilhões de anos (Rodrigues, 2012). Assim, a busca e o estudo da origem da vida permite pensar em um problema mais amplo, a fim de encontrar soluções para um problema mais específico (Brito e Teixeira, 2022).

Com a descoberta de exoplanetas, a busca de vida fora da Terra tornou-se um campo em consolidação, de aspecto inter e transdisciplinar, a fim de estudar a origem, evolução e distribuição da vida pelo Cosmos (NASA, 2014). A Astrobiologia se opõe a tendência de ultraespecialização ou fragmentação da ciência, reunindo diversos conhecimentos e tecnologias para garantir o desenvolvimento científico na área astrobiológica.

Charles Darwin, ao lançar *A origem das espécies* em 1859, apresentou uma explicação naturalista para o entendimento da evolução dos seres vivos que revolucionou a sociedade da época. Conseqüentemente, sua descoberta impactou diretamente os campos religiosos, culturais e até mesmo a própria comunidade científica, do qual ressignificou a relação do ser humano com a natureza. De forma parecida, a Astrobiologia é capaz de produzir um impacto semelhante, pois a descoberta de uma nova (ou novas) forma(s) de vida afetará drasticamente a História da Ciência.

Na atualidade, agências espaciais investem e desenvolvem programas de pesquisa voltados à busca extraterrestre. Diferentes trabalhos dedicados exclusivamente à Astrobiologia vêm crescendo e ganhando destaque em revistas científicas especializadas no assunto, como o periódico *Astrobiology* e o *International Journal of Astrobiology* (Paulino-Lima, 2013).

No Brasil, o ano de 2011 foi marcado pela criação do Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia (NAP/Astrobio), financiado pela Universidade de São Paulo (USP) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Seu principal objetivo foi integrar e manter o contato entre associados e colaboradores da área, organizar ações para a divulgação da Astrobiologia no Brasil e consolidar a área no país a partir de ações próprias e colaborativas com outras entidades (Chefer e Oliveira, 2022).

Embora não existam evidências concretas de vida encontrada fora da Terra, pesquisas científicas detectaram elementos básicos para seu desenvolvimento no meio extraterrestre. Entre os exemplos mais conhecidos, encontra-se a lua Europa, uma das luas de Júpiter que é considerada candidata à existência de vida extraterrestre pois reúne elementos fundamentais como calor, água e material orgânico, procedente de cometas e meteoritos (Oliveira Filho e Saraiva, 2014).

Dentro da Astrobiologia, encontram-se áreas voltadas ao estudo da possibilidade de vida inteligente. Em 1955, o astrônomo americano Otto Struve (1897-1963) passou a desenvolver pesquisas de buscas por sinais de vida extraterrestre inteligente, a partir de um projeto de pesquisa intitulado Projeto Ozma. Entre os problemas da pesquisa, foram encontrados problemas

associados à fundamentação das evidências científicas, recursos financeiros e contestações por parte da comunidade acadêmica (Nascimento-Dias, 2023).

Em 1959 surgiu a primeira formulação científica de uma hipótese exobiológica, publicada por Cocconi e Morrison em um artigo para a revista *Nature*. Entre as suposições preliminares, foram elaborados questionamentos:

Se a vida é possível e surgiu em outros planetas, por que não haveria também vida inteligente? E, se há vida inteligente, por que não poderia ter se desenvolvido até o nível de civilização tecnológica, possuindo conhecimentos similares aos que nós já tínhamos? (Galante *et al.*, 2016).

Para isso, o desenvolvimento da radioastronomia e dos radiotelescópios despontavam como excelentes ferramentas para o estudo da hipótese astrobiologia, surgimento assim, o SETI (*Search for Extraterrestrial Intelligence*), sigla em inglês para Busca por Inteligências Extraterrestres (BIET) (Galante *et al.*, 2016).

O SETI é um ramo da Astrobiologia dedicado à detecção de sinais artificiais produzidos por sociedades tecnológicas extraterrestres (Garber, 2014). O programa não obteve um número expressivo de pesquisadores, visto que o conhecimento na época era limitado e predominava-se a ideia de que a vida era de natureza muito frágil e fruto de uma sucessão pouco provável de acidentes (Galante *et al.*, 2016). Poucos anos depois, o programa SETI foi cancelado devido a diversos fatores, como questões políticas, déficit orçamentário federal e a falta de apoio da comunidade científica (Garber, 2014).

Dentre uma das reuniões do SETI, em 1961, o astrônomo Frank Donald Drake apresentou uma fórmula para estimular o número de civilizações comunicativas na Via Láctea. A Equação de Drake pode ser apresentada a partir da fórmula e suas seguintes variáveis (Souza-Filho e Saraiva, 2014):

$$N=(R^*)(fp)(fv)(fi)(fc)(Tt)$$

Onde:

- N = número de civilizações em nossa Galáxia capazes de se comunicar
- R^* = taxa de formação de estrelas na Galáxia

- f_p é a fração provável de estrelas que tem planetas (menor que 0,4)
- f_v é a fração provável de planetas que abrigam vida
- f_i é a fração provável de planetas que abrigam vida e desenvolveram formas de vida inteligente
- f_c é a fração provável de planetas que abrigam vida inteligente e que desenvolveram civilizações tecnológicas com comunicação eletromagnética,
- dN/dt é a taxa de formação de estrelas na Galáxia, e
- T_i é o tempo provável de duração de uma civilização tecnológica.

De maneira geral, a Astrobiologia é um campo científico que acompanha a humanidade desde a Antiguidade e, na perspectiva atual, vêm ganhando maior visibilidade nas últimas décadas em função dos avanços tecnológicos e da exploração espacial. Ainda que não haja evidências científicas diretas sobre a vida em outros lugares no Universo, ela apresenta estudos e descobertas de exoplanetas e luas com potencial habitabilidade, o que reforça a relevância e potencial da área.

1.2 A Astrobiologia e o Ensino de Ciências

O processo educativo tem exigido dos docentes novos desafios e práticas pedagógicas em vista do atual perfil dos estudantes e das novas demandas sociais e escolares que acercam o século XXI. Hoje, os alunos estão mais conectados, têm mais acesso à informação e às diferentes fontes midiáticas que vem possibilitando novos saberes e comportamentos.

Bretones (1999) considera que o professor exerce um papel de extrema importância para lecionar conteúdos de Astronomia na educação formal. O mesmo equivale para a Astrobiologia, já que, ao falar sobre a vida no universo, os alunos podem encontrar sobre o conteúdo em diferentes fontes, principalmente aquelas de origem midiática. No geral, as pessoas têm interesse e curiosidade sobre a vida, sua origem e possibilidade de existência ou colonização de outros planetas e luas. Tanto a Astronomia como a Astrobiologia apresentam comunidades amadoras, já que o acesso à informação pode ser encontrado atualmente na internet, revistas, documentários, filmes *sci-fi*, entre outros meios de divulgação.

Assim, juntamente com a presença de conteúdos de Astrobiologia em materiais didáticos, professores e estudantes podem apresentar concepções prévias sobre o assunto, mas que, muitas vezes, não podem ser aprofundados e trabalhados em sala de aula devido à carência de formação docente adequada para o ensino e aprendizagem do tema.

Na Astronomia, apesar de ser uma ciência mais consolidada que a Astrobiologia, é evidente que professores carecem de formação adequada ao ensinar os conteúdos com qualidade e de forma adequada (Iachel *et al.*, 2009). Tal problemática pode ser observada na própria Astrobiologia, mas ainda com um desafio maior: por ser uma ciência recente e pouco conhecida, os professores de ciências apresentam dificuldades no processo de ensino.

Brito e Teixeira (2022) consideram que inserir a Astrobiologia na educação exige habilidades de imaginação e criatividade, tanto por parte de quem investiga, quanto por parte de quem aprende. Imaginar sobre as diferentes formas e possibilidades de vida, estudar sobre os métodos científicos trabalhados por pesquisadores, diferenciar a Astrobiologia da ufologia etc., são formas de levar o conhecimento astrobiológico para a sala de aula, intercalando com outros conhecimentos de uma forma interdisciplinar e inovadora.

Em um estudo realizado por Voelzke e Spinardi (2024) com cerca de 71 professores, foi identificado que somente 32% tiveram formação e acesso na área da Astrobiologia. Segundo os autores, a maior parte dos participantes não realizou preparação específica para lecionar sobre a temática, um reflexo da ausência de conteúdos na formação inicial de licenciandos. Apenas 28% dos professores buscaram conhecimento de forma autônoma, como cursos, leituras ou outras fontes externas.

Chefer e Oliveira (2023a) investigaram a temática astrobiológica aliada a diversos contextos na área de Educação para a Ciência e verificaram que os trabalhos são pontuais em relação à amplitude do desenvolvimento da pesquisa científica em Astrobiologia e no Ensino de Ciências. No entanto, foi verificado um aumento significativo nas produções nos últimos anos. Dessa forma, torna-se necessário o estímulo destas pesquisas na área da educação, visto que estes conhecimentos apresentam uma abordagem interdisciplinar e alinhado às competências gerais e específicas previstas na Base Nacional Comum

Curricular (BNCC), o principal documento norteador das aprendizagens básicas dos estudantes brasileiros.

CAPÍTULO 1 - A ASTROBIOLOGIA COMO EIXO INTEGRADOR DO CURRÍCULO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

1.1 Concepções e estrutura do currículo na Educação Básica

O termo currículo tem origem da palavra latina *curriculum*, do qual no passado era utilizado para significar “carreira”. Na perspectiva atual, o currículo pode assumir dois sentidos: por um lado, refere-se ao percurso profissional do indivíduo (*curriculum vitae*) e, pelo outro, está associado à construção da carreira do estudante, ou seja, o conteúdo, a organização, a ordem e o que o aluno deverá aprender a fazer (Sacristán, 2013).

As autores Lopes e Macedo (2011) descrevem o currículo, de modo geral, uma dimensão que vai dos guias curriculares propostos pelas redes de ensino contendo disciplinas/atividades e cargas horárias, os conjuntos de ementas e programas de disciplinas/atividades, os planos de ensino dos professores e as experiências propostas e vividas pelos alunos. Tal perspectiva demonstra a ideia de organização das vivências e situações de aprendizagem realizadas por docentes e as redes de ensino para a construção do processo educativo.

Estudos demonstraram que a primeira menção do termo “currículo” tem origem no ano de 1633, quando aparece nos registros da Universidade de Glasgow, referindo-se ao curso que deveria ser seguido pelos estudantes (Lopes e Macedo, 2011). A partir do final do século XIX, nos Estados Unidos, iniciou-se um processo de estudos e sistematização de problemas e questões curriculares, dos quais abriram caminho para o surgimento de um novo campo de conhecimento. Surgiu, então, a preocupação com os processos de racionalização, sistematização e controle da escola e do currículo, onde especialistas passaram a planejar “cientificamente” as atividades pedagógicas para atingir metas e padrões pré-definidos (Moreira e Silva, 2013).

Nas palavras de Sacristán (2013, p. 16): “o currículo a ensinar é uma seleção organizada dos conteúdos a aprender, os quais, por sua vez, regularão a prática didática que se desenvolve durante a escolaridade”. Dessa forma, ele apresenta uma dupla função: organizadora e ao mesmo tempo unificadora, onde

existe o organizar e aprender, juntamente com as fronteiras que delimitam seus componentes e matérias que o compõem. Segundo o autor, os currículos também são a expressão do equilíbrio de interesses e forças que gravitam no sistema educativo e seus conteúdos se apresentam em determinado contexto cultural, político, social e escolar.

Forquin (1993) afirma que o currículo é uma maneira de pensar a educação que privilegia e organiza os conteúdos em diferentes situações de ensino e aprendizagem. Conforme o autor, é no currículo que se encontram conhecimentos, ideias, hábitos, valores, convicções, técnicas, recursos, artefatos, procedimentos, símbolos etc. dispostos em diferentes disciplinas escolares, com indicações de atividades e experiências para respectiva consolidação e avaliação.

Chervel (1990) considera, semelhantemente, que os conteúdos de ensino são impostos à escola pela sociedade e pela cultura que a rodeia. Ainda assim, apesar do currículo ser a base da organização escolar, ele não se restringe somente ao saber sistematizado a partir de componentes curriculares pré-estabelecidos, mas também como parte do funcionamento e processo escolar (Metz, 2020). Na perspectiva de Moreira e Candau (2007, p.18):

À palavra currículo associam-se distintas concepções, que derivam dos diversos modos de como a educação é concebida historicamente, bem como das influências teóricas que a afetam e se fazem hegemônicas em um

dado momento. Diferentes fatores sócio-econômicos, políticos e culturais contribuem, assim, para que currículo venha a ser entendido como: (a) os conteúdos a serem ensinados e aprendidos; (b) as experiências de aprendizagem escolares a serem vividas pelos alunos; (c) os planos pedagógicos elaborados por professores, escolas e sistemas educacionais; (d) os objetivos a serem alcançados por meio do processo de ensino e (e) os processos de avaliação que terminam por influir nos conteúdos e nos procedimentos selecionados nos diferentes graus da escolarização.

Apple (1997) considera que o currículo não é apenas uma “construção neutra de conhecimento”, mas sim uma “tradição seletiva” que parte da seleção da visão do conhecimento legítimo de algum grupo. Nesse sentido, ele passa a ser produzido a partir de conflitos culturais, políticos e culturais, da qual a escola

passa a se tornar um espaço de reprodução das inúmeras relações desiguais de poder.

Levando em conta as teorias do currículo, Tadeu (2007) apresenta a ideia de que os modelos tradicionais não estavam preocupados em fazer qualquer tipo de questionamento mais radical aos arranjos educacionais existentes, às formas dominantes de conhecimento ou, de maneira mais geral, à forma social dominante. Com isso, as teorias tradicionais se centravam nas formas de organização e elaboração do currículo. De maneira contrária, as teorias críticas surgiram a fim de questionar o *status quo*, responsabilizando-o pelas desigualdades e injustiças sociais.

Considerando a escola como aparelho ideológico do Estado, ela atua ideologicamente através de seu currículo, como através das matérias que transmitem crenças explícitas sobre a deseabilidade das estruturas sociais existentes, como também conhecimentos mais técnicos (Althusser, 1983; Tadeu, 2007).

O currículo é, portanto, o núcleo e o espaço central mais estruturante da função da escola. Segundo Arroyo (2011), ele é um território cercado, normatizado, politizado, inovado e ressignificado constantemente. No Brasil, isso é comprovado devido às diversas diretrizes curriculares para a Educação Básica, Educação Infantil, Ensino Fundamental (Anos Finais), Ensino Médio, Ensino para Jovens e Adultos (EJA), educação de campo, educação de indígenas e quilombolas, formação de professores etc.

Moreira (2007) apresenta a concepção de que os currículos não são apenas conteúdos prontos a serem transmitidos para os alunos. Para o autor:

As indagações sobre o currículo presentes nas escolas e na teoria pedagógica mostram um primeiro significado: a consciência de que os currículos não são conteúdos prontos a serem passados aos alunos. São uma construção e seleção de conhecimentos e práticas produzidas em contextos concretos e em dinâmicas sociais, políticas e culturais, intelectuais e pedagógicas. Conhecimentos e práticas expostos às novas dinâmicas e reinterpretados em cada contexto histórico. As indagações revelam que há entendimento de que os currículos são orientados pela dinâmica da sociedade. Cabe a nós, como profissionais da Educação, encontrar respostas (Moreira, 2007, p.9).

Em vista disso, considera-se o currículo como um campo de disputa, principalmente em relação ao conhecimento, ciência e tecnologia. A produção e apropriação dos conhecimentos sempre ganhou ênfase nas disputas de relações sociais e políticas de dominação e subordinação, afetando diretamente grupos segregados e suas respectivas culturas, histórias, conhecimentos e modos de pensar o mundo (Arroyo, 2011).

Dentre uma das problemáticas associadas ao currículo, encontra-se a sua estreita relação com o trabalho docente. Para Arroyo (2011), às licenciaturas giram em torno de uma formação pedagógica para formar um profissional fiel ao currículo, tradutor e transmissor de conteúdos definidos e avaliados nas provas tradicionais. Destarte, a escola, o trabalho docente e a sala de aula giram em torno de um território amarrado ao ordenamento curricular. Torna-se necessário, portanto, desfrutar de uma visão crítica sobre os conhecimentos e a forma que eles são abordados no currículo, buscando interpretá-lo, adaptá-lo e ressignificá-lo a fim de identificar e superar os possíveis problemas, silenciamentos e hierarquizações de saberes.

Seguindo as ideias de Sacristán (2013, p.103-106), o currículo passa por momentos ou fases na objetivação do seu significado:

1. Currículo prescrito: São aspectos que atuam como referência na ordenação do sistema curricular, servem de ponto de partida para elaboração de materiais, controle do sistema, etc.

2. Currículo apresentado aos professores: Existe uma série de meios, elaborados por diferentes instâncias, que costumam traduzir para os professores o significado e os conteúdos do currículo prescrito, realizando uma interpretação deste. As prescrições costumam ser muito genéricas e, nessa mesma medida, não são suficientes para orientar a atividade educativa nas aulas.

3. Currículo moldado pelos professores: O professor é agente ativo muito decisivo na concretização dos conteúdos e significados dos currículos, moldando a partir de sua cultura profissional qualquer proposta que lhe é feita [...], de fato é um “tradutor” que intervém na configuração dos significados das propostas curriculares.

4. Currículo em ação: É na prática real, guiada pelos esquemas teóricos e práticos do professor, que se concretiza nas tarefas acadêmicas, as quais, como elementos básicos, sustentam o que é a ação pedagógica, que podemos notar o significado real do que são as propostas curriculares.

5. Currículo realizado: Como consequência da prática se produzem efeitos complexos dos mais diversos tipos: cognitivo, afetivo, social, moral, etc. [...]. As consequências do currículo se refletem em aprendizagens dos alunos, mas também afetam os professores [...].

6. Currículo avaliado: Pressões exteriores de tipo diverso nos professores – como podem ser os controles para liberar validações e títulos, cultura, ideologias e teorias pedagógicas – levam a ressaltar na avaliação aspectos do currículo, talvez coerentes, talvez incongruentes com os propósitos manifestos de quem prescreveu o currículo, de quem o elaborou, ou com os objetivos do próprio professor. [...] Reforça um significado definido na prática do que é realmente. As aprendizagens escolares adquirem, para o aluno, desde os primeiros momentos de sua escolaridade, a peculiaridade de serem atividades e resultados valorizados.

Para Metz *et al.* (2020), devem ser consideradas diferentes situações e conhecimentos a serem incluídos no currículo e nas discussões com os alunos, visto que é dever dos professores assegurar e colaborar com a formação de estudantes mais humanizados, justos e com capacidade de tomar decisões de forma democrática.

A dinâmica curricular se estabelece no âmbito prático ao construir relações com a sociedade contemporânea, sendo necessário, portanto, que os docentes estejam comprometidos com a sua elaboração. Ciclini (1998) apresenta a ideia de que, para ter uma visão abrangente do currículo praticado nas escolas de Educação Básica, vários elementos devem ser considerados: o contexto social da escola, as características do aluno, da matéria e do professor, bem como os recursos didáticos disponíveis.

Com isso, torna-se necessário saber transformar o conhecimento científico em conhecimento escolar, reavaliando constantemente a teoria e a prática, em uma perspectiva que vise melhores condições do ensinar e do aprender, tanto do educando, como também do educador (Metz *et al.*, 2020).

O ensino e o currículo, para Carr e Kemmis (1988), estão *historicamente* localizados, são atividades *sociais*, apresentam caráter *político* pois produzem atitudes que intervêm nessa prática e, por fim, é *problemático*. Dessa forma, essas concepções do que vem a ser o currículo se modificam de acordo com as finalidades educacionais e os contextos sociais nos quais são produzidas. Para isso, são feitas as seguintes perguntas: *qual conhecimento deve ser ensinado na escola? Qual conhecimento deve ser incluído no currículo? Qual deve ser excluído?* (Lopes e Macedo, 2013). Neste aspecto, abre-se espaço para refletir sobre a necessidade de incorporar novos campos do saber, como a

Astrobiologia, nas disciplinas de Ciências e Biologia, já que esta área dialoga com novos desafios contemporâneos científicos e sociais capazes de expandir o repertório de conhecimentos dos estudantes.

A educação produz um contexto que abre caminhos para mudanças conceituais sobre a forma que a vida e o Universo são aprendidos. Destarte, torna-se urgente e necessário que a Astrobiologia, como um novo campo de conhecimento, seja integrada ao domínio curricular, contribuindo para a transformação e comunicação do conhecimento científico, além de juntamente incorporar uma visão mais abrangente dos fenômenos da vida no contexto cósmico (Carrapiço *et al.*, 2002; Staley, 2003). Segundo Arroyo (2011), o avanço na abertura dos currículos é uma maneira de dar acesso às novas experiências sociais, conhecimentos e a diversidade de sujeitos políticos e culturais.

Dentro das diferentes concepções de currículo, a presente pesquisa tem como foco a definição baseada em uma seleção de conteúdos culturais peculiarmente organizados a fim de promover a aprendizagem dos alunos (Sacristán, 2013). Sendo assim, considerando a Astrobiologia como conteúdo curricular, o tema passou a ser abordado recentemente a partir da homologação da BNCC em 2017 e da elaboração do Currículo Paulista a partir de 2019, trazendo uma perspectiva na área de Ciências e Biologia sobre a origem e possibilidade da vida na Terra e no Universo, além de também favorecer debates sobre questões ambientais e éticas sobre as explorações espaciais e o futuro da biodiversidade no planeta.

1.2 A Astrobiologia como conteúdo curricular no ensino de Ciências e Biologia

Morin (2003) considera que apesar do avanço científico e tecnológico sobre o Cosmos, a humanidade ainda permanece com a ideia de que nós, terráqueos, estamos no centro do Universo. Diante dessas questões, o autor expõe em seu livro Terra-Pátria:

(...) a educação nos ensinou a separar, compartimentar, isolar, e não a ligar os conhecimentos, e portanto nos faz conceber nossa humanidade de forma insular, fora do cosmos que nos cerca e da matéria física com que somos constituídos. [...] É por isso que não

sabemos ainda nos situar dentro dele, ligar nossas interrogações sobre este mundo e as interrogações sobre nós mesmos. Ainda não somos instigados a refletir sobre nosso destino físico e terrestre. Ainda não tiramos as consequências da situação marginal, periférica de nosso planeta perdido e de nossa situação nesse planeta (Morin, 2003, p. 46).

A partir dessa problemática, Morin (2003) apresenta a perspectiva de que é a partir do Cosmos que devemos situar nosso planeta e nosso destino, juntamente com as nossas ideias, aspirações, temores e vontades. Com os temas tratados pela Astrobiologia, é possível trazer uma perspectiva da complexidade através da construção de pontes entre diversas disciplinas, ultrapassando os limites impostos pelo paradigma conservador presente no âmbito científico (Chefer, 2020).

Para Cockwell (2002), a Astrobiologia oferece duas importantes possibilidades para a comunidade científica e espacial: a primeira é estimular a integração entre diferentes disciplinas para responder questões fundamentais sobre a relação entre a vida e o ambiente cósmico e, em segundo, a criação de um novo ambiente favorável ao pensamento interdisciplinar que, dessa forma, pode ser integrado ao contexto escolar.

O sucesso da Astrobiologia como uma nova disciplina advém das interações colaborações de pesquisadores em diferentes campos distintos, dos quais os educadores são desafiados a unir esses diversos campos em um campo integrado (Foster e Drew, 2009).

Atualmente, a sociedade vivencia uma trágica crise ambiental e antropológica, tendo como consequência a destruição dos recursos naturais, às mudanças climáticas, a discriminação cultural, guerras e genocídios que afetam e geram consequências diretas e indiretas para o planeta, nossa casa. Ao falar sobre o meio ambiente, é comum enxergá-lo como algo externo a nossa espécie, limitando-o ao espaço que nos cerca. Porém, é fato que a humanidade é parte integrante do ambiente, como também do próprio Cosmos. Segundo a autora Medeiros (2006), tal visão vem acarretando danos ambientais à história humana, tornando-se emergencial produzir uma nova forma de perceber, interagir e se reconectar com a natureza.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais “Meio Ambiente e Saúde” já citavam a importância da mudança de paradigma e concepção sobre as relações humanas com o meio ambiente (Brasil, 1997, p. 22):

[...] a questão ambiental representa quase uma síntese dos impasses que o atual modelo de civilização acarreta. Consideram que aquilo a que se assiste, no final do século XX, não é só uma crise ambiental, mas uma crise civilizatória. E que a superação dos problemas exigirá mudanças profundas na concepção de mundo, de natureza, de poder, de bem-estar, tendo por base novos valores individuais e sociais. Faz parte dessa nova visão de mundo a percepção de que o homem não é o centro da natureza.

Ainda sim, é necessário ir além: não basta reconectarmos somente com a natureza, mas sim com toda a complexidade do Cosmos. É este o papel da Cosmoeducação. A Cosmoeducação, segundo o Weil (1989) é o desenvolvimento vivencial da unidade ser humano-cosmo, a partir da dissolução do ego e ampliação do campo dos níveis da realidade, sendo portanto, o caminho para a consciência cósmica.

Dessa forma, a Astrobiologia ganha destaque ao reafirmar a importância do nosso planeta, nossa única “casa” que apresenta vida em todo Sistema Solar (até onde sabemos). É necessário termos um olhar crítico e voltado ao cuidado e estudo da Terra, já que, apesar do avanço científico demonstrar a existência de planetas semelhantes ao nosso, a humanidade não apresenta tecnologia suficiente para uma colonização em um novo local. Atualmente, nossa biodiversidade, nossos recursos naturais e nosso planeta são únicos e, voltar o olhar à vida existente ao nosso redor, é essencial para a nossa sobrevivência e cuidado com a Terra.

A partir de uma perspectiva ambiental e biológica, é possível associar tais ideias com a Astrobiologia e, conseqüentemente, a Educação em Astronomia, uma área “mãe” que já está consolidada no contexto da Educação Básica. Sabe-se que a Astronomia é um assunto que desperta o interesse da civilização humana desde os períodos mais remotos até os dias atuais (Iachel *et al.*, 2009). A área fomenta a curiosidade dos estudantes em diferentes níveis de ensino, já que poucos têm acesso ao conhecimento astronômico e sua abordagem é limitada, muitas vezes restrita a livros didáticos e textos. No

entanto, Langhi e Nardi (2009) consideram o tema rico e motivador, além de ser acessível a todos os públicos, pois seu objeto de estudo, o céu, está no “alcance” de todos.

Considerando esse contexto, a Astrobiologia também ganha destaque em sala de aula, pois o assunto desperta a curiosidade dos alunos e pode levantar uma série de questões biológicas sobre a origem da vida, evolução, possibilidade de vida em outros planetas, etc. (Rosa *et al.*, 2020). Apesar de ser uma ciência emergente, a Astrobiologia já está alicerçada em temas preconizados pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), tanto para os Anos Finais do Ensino Fundamental, como também no Ensino Médio.

Fora do Brasil, estudos têm se concentrado no desenvolvimento de currículos para educadores abordarem a Astrobiologia no ensino médio e da graduação (Carrapiço *et al.*, 2001). Dessa forma, é essencial que estas propostas cheguem ao território nacional, a fim de expandir os estudos para monitorar o progresso e a qualidade do ensino de Ciências em uma perspectiva astrobiológica.

Rosa *et al.* (2020) consideram que a falta de conhecimento sobre a Astrobiologia pode causar resistência à inclusão do conteúdo na prática pedagógica docente. Dentre os problemas presentes na área da pesquisa, é comum que tais conhecimentos astrobiológicos não sejam transformados em conhecimentos curriculares através da transposição didática. Por ser uma área ainda em desenvolvimento, baseada em pesquisas de campo, observações de fenômenos e experimentações (Blumberg, 2003), é necessário fornecer subsídios aos professores de Ciências e Biologia para trabalhar o tema na Educação Básica.

Como observado por Foster e Drew (2009), a maior parte do material didático disponibilizado nos centros de ensino não acompanha o rápido crescimento das fontes de pesquisa e dos avanços científicos que vêm surgindo ao longo do tempo. Por conseguinte, para superar este problema, é necessário que os profissionais da educação, juntamente com os astrobiólogos, trabalhem e desenvolvam coletivamente ferramentas pedagógicas para mediar a Astrobiologia na sala de aula.

A Astrobiologia ganha destaque ao transcender diferentes campos da Ciência, abordando os campos da Biologia, Astronomia, Ciências Planetárias, Química, Geologia, entre outras. Staley (2003) propõe diferentes áreas temáticas, apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 — Temas associados ao campo da Astrobiologia.

Nascimento, morte e reciclagem de elementos de estrelas
Formação de sistemas planetários
Origem e evolução da vida
Busca por bioassinaturas extraterrestre
Planetas e satélites habitáveis dentro e fora do nosso sistema solar
Geosfera, hidrosfera e atmosfera primitivas da Terra
Biosfera primitiva da Terra
Extinções em massa e diversidade da vida
Evidências fósseis e geoquímicas da vida primitiva
Vida em ambientes extremos
Proteção planetária

Staley (2003).

Styczinski *et al.* (2024) consideram que os laços interdisciplinares são um dos motivos de utilizar a Astrobiologia na pesquisa em educação. Com isso, a área pode ser explorada como modelo a fim de comparar e examinar modelos educacionais em diferentes contextos. A partir dessa premissa, diferentes conceitos científicos podem ser trabalhados em sala de aula, estimulando os processos de criação, investigação e encaminhando os alunos para solucionar os problemas reais contemporâneos, a fim de torná-los cidadãos mais conscientes acerca do seu papel e ações no mundo (Brito e Teixeira, 2022).

Junto a isso, a Astrobiologia como eixo temático na educação permite a abordagem de conteúdos a respeito dos métodos científicos utilizados por pesquisadores. Dentro desse aspecto, é possível comparar as diferenças entre ciência e pseudociência, fazendo contrapontos conceituais entre a Astrobiologia

e a ufologia (Brito e Teixeira, 2022), na qual esta última é frequentemente divulgada em diferentes meios de comunicação, como documentários e vídeos sensacionalistas, especialmente sobre o assunto de “extraterrestres”.

Destarte, torna-se essencial buscar estratégias para a motivação dos discentes em sala de aula, já que é predominante a falta de interesse atrelada ao baixo rendimento na aprendizagem (Rosa *et al.*, 2020). Entre as propostas para a mitigação destes problemas, encontram-se as metodologias ativas, a participação e cativação dos estudantes, juntamente com a autonomia para a busca de novos conhecimentos e soluções de problemas reais no campo científico.

1.3 As necessidades formativas do professores de Ciências e Biologia para o ensino de Astrobiologia

A abordagem dos estudos relacionados à Astrobiologia tem sido incorporada às discussões da sociedade contemporânea, seja por meio de documentários, filmes, notícias e pela própria curiosidade humana. Questionar sobre estarmos sozinhos ou não no Universo envolve múltiplas perspectivas científicas, filosóficas e culturais, que dialogam entre si para ampliar a compreensão sobre a origem, a evolução e a possibilidade de existência de vida em outros ambientes cósmicos. Afinal: será que realmente a Terra é o único planeta a abrigar organismos vivos?

A presença da Astrobiologia também encontra-se no campo educacional, no qual pode ser trabalhada a partir de relações interdisciplinares e de uma abordagem crítica e reflexiva sobre a vida no Universo. Nessa perspectiva, os conhecimentos astrobiológicos podem ser incorporados no desenvolvimento de uma educação para o futuro. Essa atividade tem como pressuposto promover um conjunto de processos educativos que buscam preparar os estudantes para o desenvolvimento da criatividade, curiosidade e criticidade (Oliveira e Francelino, 2021). Múltiplas abordagens envolvendo o conhecimento sobre a gênese do Universo, das estrelas, dos planetas e da própria vida terrestre pode favorecer à reflexão e sensibilização ambiental a fim de construir uma cidadania planetária (Gadotti, 2000). Compreender que

atualmente a Ciência considera a vida única e exclusivamente terrestre, traz questionamentos socioambientais que podem ser inseridos em sala de aula, como Gadotti (2000, p. 85) cita: “*O planeta é a minha casa e a Terra, o meu endereço. Como posso viver bem numa casa mal arrumada, mal cheirosa, poluída e doente?*” .

Para mediar este processo educativo, o saber astrobiológico dos professores em formação inicial deve, portanto, perpassar por concepções e práticas pedagógicas que envolvam a Astrobiologia, principalmente pelo fato de que tal conhecimento está presente em documentos normativos oficiais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Currículo Paulista (CP), dos quais serão expostos posteriormente neste trabalho. As autoras Pimenta e Lima (2011) consideram que um dos pontos mais discutidos na formação inicial de licenciandos é o desenvolvimento de um sujeito crítico e reflexivo, considerando que o professor é essencial para atuar no processo de mudança e transformação social.

Quando se abordam temáticas astrobiológicas em sala de aula, é possível encontrar diferentes concepções alternativas entre os alunos. No entanto, a forma como o professor lida com essas questões está diretamente associada a sua formação profissional, muitas vezes insuficiente devido a falta de espaço acadêmico para discutir e abranger mais a fundo essas questões. Gomes e Silva (2011) citam que uma das problemáticas na formação inicial docente é a ocorrência de concepções naturalistas, da qual a vida e o meio ambiente estão em constante equilíbrio. Como consequência, a escola acaba formando sujeitos alienados às questões mais complexas que envolvem a vida, sua evolução e seu futuro no planeta e no Universo. Em contrapartida (Capra, 1997, p. 11):

As últimas duas décadas de nosso século vêm registrando um estado de profunda crise mundial. É uma crise complexa, multidimensional, cujas facetas afetam todos os aspectos de nossa vida — a saúde e o modo de vida, a qualidade do meio ambiente e das relações sociais, da economia, tecnologia e política. É uma crise de dimensões intelectuais, morais e espirituais; uma crise de escala e premência sem precedentes em toda a história da humanidade. Pela primeira vez, temos que nos

defrontar com a real ameaça de extinção da raça humana e de toda a vida no planeta.

Não podemos negar que a Astrobiologia está diretamente ligada com as questões ambientais e ecológicas. Porém, a humanidade ainda está restrita a uma concepção antropocêntrica, da qual o homem se vê no centro das relações ambientais e da vida do Universo. Capra (1997) considera que o ensino de uma ecologia profunda não deve considerar a vida humana como um componente isolado, mas sim interconectado e interdependente da Terra e do Universo. Dessa forma, torna-se necessário reconhecer o valor intrínseco de todos os seres vivos do planeta, concebendo os seres humanos apenas como um fio particular da teia da vida e do Universo.

Langhi e Nardi (2012) consideram que a formação docente é um processo contínuo, que deve ir além da dimensão técnica e abarcar o pensamento crítico e reflexivo. Perante a esse fato, é importante romper com tais concepções alternativas a partir da formação de professores de Ciências e Biologia que se preocupem com o desenvolvimento de cidadãos críticos em relação à vida no Universo e suas relações com o ambiente. Dentre as necessidades formativas, encontram-se: questionar o “senso comum” sobre o ensino e aprendizagem de Ciências (em particular a Astrobiologia); saber preparar atividades capazes de promover um ensino e aprendizagem efetivos conforme os documentos curriculares oficiais; saber dirigir o trabalho dos alunos e promover formas de avaliação eficientes (Carvalho e Gil-Pérez, 2003) visando formar alunos capazes de construir uma (re)ligação e conexão com o planeta e o Universo.

No geral, a tendência nas escolas visa a compreensão da Terra em sentido técnico, compartimentalizado e restrito à busca de informações materiais, palpáveis e visíveis (Oliveira e Francelino, 2021). Nesse contexto, a Astrobiologia possibilita a ampliação do conhecimento científico ao promover discussões de maior complexidade, que envolvem questionamentos sobre as características dos planetas e as condições que os tornam potencialmente habitáveis. A partir dos conhecimentos astrobiológicos, torna-se possível investigar a origem e o desenvolvimento da vida na Terra, a viabilidade da

existência de vida extraterrestre, bem como o futuro e a evolução dos organismos em relação às transformações do Universo.

Nas esferas federal, representada BNCC, e estadual, expressa no CP, observa-se que as políticas públicas educacionais têm apresentado oscilações entre a inserção de conteúdos relacionados à vida na Terra e no Universo e a ausência de ações efetivas, como a oferta de cursos e materiais formativos que subsidiem o professor no desenvolvimento desse tema em sala de aula. Nesse sentido, é necessário que o professor tenha conhecimentos a respeito do conteúdo, das possibilidades metodológicas e práticas de ensino que serão utilizadas durante a aula, dos quais devem ser contemplados nos cursos de formação inicial (Oliveira e Carvalho, 2023).

Segundo a Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019, a formação inicial de professores é norteada pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Professores para a Educação Básica, da qual instituiu a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BCN-Formação). A BNC-Formação estabelece diretrizes sobre a formação inicial e continuada de professores da Educação Básica brasileira, determinando competências gerais e específicas alinhadas diretamente à BNCC.

Podemos comparar a falta de preparo docente na abordagem de temas mais amplos, como a própria Astronomia. Iachel e Nardi (2009) apontaram em seus trabalhos que a formação inadequada do professor pode gerar dificuldades no trabalho destes profissionais, desde a elaboração de atividades até a mesmo a seleção de fontes confiáveis relacionadas ao assunto.

Slovinski, Alves-Brito e Massoni (2023) argumentam que, licenciandos na área das Ciências da Natureza lidam com uma formação estritamente disciplinar. Em contrapartida, os mesmos profissionais se inserem em um modelo de ensino baseado na interdisciplinaridade. Um exemplo, são os professores de Biologia, que muitas vezes são obrigados a ministrar aulas de Física e Química.

Pesquisadores como Bretones (1999) e Batista (1999) realizaram a análise de conteúdos de Astronomia presentes em cursos de licenciatura pelo país. Bretones (1999) desenvolveu sua pesquisa em um período onde os

Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) foram recém-criados, havendo a necessidade de investigar se os cursos do ensino superior estavam abordando o tema. Como conclusão, foi verificado que poucas instituições de ensino superior contemplaram os conteúdos de Astronomia. Já Batista (1999) identificou falhas na formação docente em respeito aos conteúdos de Astronomia, visto que o tema pouco aparece nas ementas das disciplinas nos cursos de formação inicial de licenciandos.

Oliveira, Fusinato e Batista (2018) analisaram os conteúdos de Astronomia nos cursos de Ciências Biológicas do estado Paraná, obtendo resultados discrepantes entre o que se propões nas diretrizes curriculares de Ciências para o Ensino Fundamental e o que tem sido ofertado pelas universidades na formação de professores.

Da mesma forma que se encontram problemas na formação de professores em Astronomia, podemos identificar os mesmos fatores na Astrobiologia, já que ambas as áreas estão ligadas diretamente. Slovinski, Alves-Brito e Massoni (2023) consideram que muitos professores são submetidos a lecionar conteúdos previstos pela BNCC, mas que, devido à sua formação, não se encontram no seu arcabouço intelectual.

Assim, é possível destacar algumas problemáticas que atravessam ambos os campos de conhecimento, como: a) a presença de concepções alternativas entre professores e alunos; b) a questão midiática do tema, que envolve filmes, notícias e documentários, onde muitas vezes estão associados às informações sensacionalistas ou baseada em ficção científica; e outras idiossincráticas a Astrobiologia, como c) a baixa visibilidade da área, visto que ela é uma Ciência relativamente recente e pouco conhecida e d) a falta de material didático ou outras fontes confiáveis de informação sobre o tema. Em relação aos materiais didáticos, verifica-se a escassez da temática em livros de Ciências/Biologia e a insuficiência de recursos pedagógicos disponíveis em português (Chefer, 2024).

No entanto, Chefer (2024) observou a existência de quase uma centena de trabalhos na área de pesquisa em Ensino em Astrobiologia no Brasil. O crescimento das publicações apresenta aspectos positivos, contudo, ainda é

comum o desconhecimento por parte de professores e alunos sobre o assunto, o que em parte acaba dificultando a expansão do número de produções no país.

Evidencia-se, portanto, a relevância da Astrobiologia enquanto área de pesquisa, sobretudo por seu potencial de explicitar, em uma perspectiva didática, a interdisciplinaridade e a integração entre Astronomia, Biologia, Geologia, Física, Química e Filosofia, entre outras disciplinas. Dessa forma, torna-se necessário estimular a produção acadêmica sobre a formação de professores na área e, ao mesmo tempo, capacitar aqueles que lidam cotidianamente com os conhecimentos astrobiológicos em sala de aula.

1.4 A presença da Astrobiologia na BNCC

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), fundamentada pelo Parecer do Conselho Nacional de Educação/Comissão de Projetos (CNE/CP) nº 15, de 15 de dezembro de 2017, homologada em 20 de dezembro de 2017, é um documento de caráter normativo que norteia o sistema educacional a nível nacional e que tem como objetivo a padronização de aprendizagens a partir de competências e habilidades que devem ser desenvolvidas pelos estudantes. Suas diretrizes orientam os sistemas de ensino das diferentes instâncias federativas, bem como as instituições ou redes escolares (Brasil, 2018).

Inicialmente, com a publicação em 2017, a BNCC fundamentava suas orientações para as etapas da Educação Infantil e do Ensino Fundamental. Posteriormente, com a Resolução CNE/CP nº 4, de 17 de dezembro de 2018, foi homologado o documento para o Ensino Médio, em que constituiu a Base Nacional Comum Curricular na etapa do Ensino Médio (BNCC-EM), completando, dessa forma, todo o conjunto da Educação Básica nacional.

O documento foi instituído vinte e um anos após a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases (Lei nº 9.394/1996) e vinte anos após a primeira fase de implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). De acordo com as autoras Veiga e Silva (2018), este período foi reflexo de transformações, como a intensificação de pessoas no mundo, de bens e materiais inerentes ao

processo de globalização e das novas tecnologias de informação e comunicação.

A BNCC define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que os alunos devem desenvolver ao longo da Educação Básica, compreendendo o ensino Infantil, Fundamental e Médio (Brasil, 2018). Em cada nível de escolaridade, o documento destaca cinco áreas de conhecimento: Linguagens, Ciências Humanas, Ensino Religioso, Matemática e Ciências da Natureza, este último sendo o objeto de estudo para a análise do ensino de Astrobiologia. Segundo o documento (BNCC, 2018, p. 321):

[...] a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica.

Apesar de anteriormente as orientações estarem sob vigência dos PCNs, as mudanças históricas e sociais passaram a exigir transformações das instituições educacionais, das quais o ensino deveria ocupar-se de outras demandas além da leitura, escrita e operações matemáticas. Dessa forma, tornou-se necessário expandir o conhecimento além do convencional, abordando temas importantes como saúde, meio ambiente, cuidados com a saúde, cidadania e tecnologias (Filho, 2025). Logo, o documento apresenta orientações, competências e habilidades curriculares que, através de um olhar contextualizado, contemplam os conhecimentos atrelados à Astrobiologia.

A BNCC considera essencial o acesso aos mais diversos conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação, de forma gradativa, dos processos, procedimentos e práticas de investigação científica. O documento normativo e os currículos atuam de forma conjunta, em que o primeiro estabelece aprendizagens por meio da definição de habilidades e competências, enquanto o segundo apresenta estratégias pedagógicas para determinar como os objetivos educacionais serão alcançados (Brasil, 2018). Logo, a BNCC define os conceitos de habilidades e competências como ((Brasil, 2018, p. 8):

Competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), **habilidades** (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (grifo nosso).

Com isso, o ensino de Astrobiologia atende ao que a BNCC propõe ao oferecer aos estudantes o contato com múltiplos campos do conhecimento científico, visto que o documento destaca a importância dos conhecimentos a respeito da Terra e do Universo. Estas possibilidades vão desde o processo histórico da evolução da Astronomia até o campo específico da Astrobiologia, juntamente com a aproximação de práticas investigativas e o desenvolvimento de uma consciência planetária que favoreça escolhas sustentáveis e responsáveis pelos estudantes. Além disso, devido a Astrobiologia apresentar um caráter integrador de conhecimentos, sua aplicação no Ensino de Ciências e Biologia satisfaz às orientações curriculares que norteiam a educação nacional, dos quais consideram a interdisciplinaridade como parte do processo de ensino e aprendizagem (Brasil, 2018; Chefer e Oliveira, 2023b).

Com a evolução da ciência ao longo do tempo, a BNCC passou a considerar que “a educação científica contemporânea deve estar alinhada aos múltiplos papéis da tecnologia no desenvolvimento da sociedade humana” (Brasil, 2018, p. 329). Logo, por ser uma relativamente área recente, a Astrobiologia ganha destaque ao avançar juntamente com o aprimoramento científico e tecnológico dos instrumentos de observação, missões espaciais e tecnologias de simulação e modelagem. Destarte, o ensino de Astrobiologia dialoga diretamente com as orientações da BNCC, visto que a evolução deste conhecimento está diretamente relacionado com as demandas científicas e tecnológicas para os estudos associados à vida no Universo.

No Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza é organizada em três unidades temáticas: 1) Matéria e Energia; 2) Vida e Evolução e 3) Terra e Universo, sendo a última referente ao ensino de Astrobiologia. Reis e Ludke (2019) observaram que a BNCC orienta para um ensino gradual e progressivo sobre os conhecimentos de Astronomia, a fim de que eles sejam construídos e aprimorados a cada ano. Ao longo desse percurso, os alunos passam a ter

contato com diferentes abordagens astronômicas, que vão desde os movimentos realizados pela Terra até as condições necessárias para a vida no planeta e fora dele.

Em contrapartida, Correia Motta e Amaral (2022) obtiveram em suas pesquisas com licenciandos na área de Ciências da Vida que estes apresentam dificuldades no ensino sobre a temática *Terra e Universo* e o objeto de conhecimento “Vida Humana Fora da Terra”, ambos integrados à BNCC. Segundo os autores, as dificuldades possivelmente estariam relacionadas à baixa carga horária de Astronomia na formação acadêmica inicial e, conseqüentemente, pela baixa profundidade dos conceitos atrelados ao ensino dos licenciandos.

Referente ao Ensino Médio, sua divisão é agrupada em três unidades temáticas, sendo elas: 1) Matéria e Energia; 2) Tecnologia e Linguagem Científica e 3) Vida, Terra e Cosmos. A última unidade está diretamente interligada com a segunda competência específica da área das Ciências da Natureza, sendo ela descrita como (Brasil, 2018, p. 556):

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

Entre os pontos relevantes apresentados na BNCC-EM, encontra-se a interdisciplinaridade e a conexão dos saberes, além da importância da contextualização do ensino e sua aplicação para a vida real, visto que o aluno deve ser o agente protagonista em seu processo de aprendizagem (Brasil, 2018). Da mesma forma, Souza (2013) considera a Astrobiologia na Educação Científica como um paradigma inovador, interdisciplinar, integrador e menos mutilador, religando a humanidade com o Cosmos.

1.5 O Currículo Paulista e o Material Digital

No âmbito do estado de São Paulo, encontra-se o Currículo Paulista (CP), um documento elaborado a partir da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que considera as especificidades da rede estadual paulista.

O CP apresenta as etapas da Educação Infantil e Ensino Fundamental, homologadas em agosto de 2019, enquanto a etapa do Ensino Médio teve sua homologação um ano depois, em 2020. Sua elaboração ocorreu em colaboração entre as redes estaduais e municipais, em apoio com as instituições públicas e privadas do Ensino Superior (EFAPE, 2025).

Nele, são apresentadas as aprendizagens gerais dos estudantes, bem como a produção de materiais de apoio, à formação continuada dos educadores e as matrizes de avaliação. De acordo com o CP (São Paulo, 2019, p. 11):

[...] as competências e as habilidades essenciais para o desenvolvimento cognitivo, social e emocional dos estudantes paulistas e considera sempre sua formação integral na perspectiva do desenvolvimento humano.

Segundo a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo (SEDUC, 2025, p.1), os materiais didáticos “são parte de um conjunto de iniciativas e instrumentos interligados e interdependentes que constroem condições para que o estudante possa desenvolver as habilidades e competências essenciais previstas no currículo”.

O material digital é um recurso da rede estadual paulista integrado ao CP que contém os conteúdos essenciais para a formação do estudante, além de ser enriquecido com objetos visuais e interativos e, também, proporcionar metodologias ativas que tornem as aulas mais dinâmicas. As aulas podem ser acessadas através do repositório institucional do Centro de Mídias do Estado de São Paulo (CMSP) e seu acesso é exclusivo com as credenciais da Sala do Futuro (acesso via gov.br).

O CMSP surgiu inicialmente no contexto da pandemia, onde a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo lançou uma plataforma digital destinada aos alunos e professores para a continuidade das aulas na rede pública estadual. A plataforma começou como uma medida emergencial, porém, se transformou em política estrutural no contexto educacional paulista. Após o arrefecimento da pandemia, o CMSP foi incorporado oficialmente como eixo central da prática pedagógica dos professores do estado de São Paulo (Lima,











2025), dos quais passaram a ter acesso e obrigatoriedade de utilizar o material digital disponibilizado na plataforma.

O material digital é dividido em seções, como por exemplo *Para começar*, *Aprofundando* e *Encerramento*. Ao percorrer o material, são encontradas perguntas norteadoras, situações-problema, situações reais do cotidiano, dinâmicas, atividades rápidas, recursos multissemióticos, imagens, vídeos e textos (EFAPE, 2025).

Considerando a importância do aprendizado e engajamento dos alunos, o material digital apresenta ícones e boxes em suas diferentes seções. Nelas, são utilizadas técnicas e intencionalidades pedagógicas tendo como referência as obras *Aula nota 10* de Doug Lemov e *Principles of instruction* de Barak Rosenshine (Figura 1).

Juntamente ao material didático, a SEDUC disponibiliza aos professores e estudantes o escopo-sequência, que tem como função organizar o percurso de aprendizagem, definindo o quê e quando ensinar em cada bimestre, alinhado diretamente ao currículo (EFAPE, 2025). As diferenças entre o material digital e o escopo-sequência encontram-se na Figura 2.

Figura 1 – Técnicas e intencionalidades pedagógicas utilizadas no Material Digital do Estado de São Paulo.

Técnicas e Intencionalidades pedagógicas			
Ícone	Nome	Tipo	Intencionalidade pedagógica
	Um passo de cada vez	Ícone	Organiza, de modo gradual (em etapas), a apresentação de um conteúdo, a explicação de como realizar uma tarefa ou a correção de uma atividade, dada sua complexidade, ou para evitar a dispersão dos estudantes.
	Fica a dica	Boxe	Oferece orientações práticas e sugestões para facilitar a compreensão e aplicação do conteúdo, incluindo insights, estratégias de resolução de problemas, métodos de estudo, atalhos para cálculos complexos e dicas para aplicação de conceitos.
	Para refletir	Boxe / Ícone	Propõe reflexões para que os estudantes possam pensar sobre o que e como aprendem, e de que maneira podem aplicar os conhecimentos em diferentes contextos.
	Todo mundo escreve	Ícone	Essa técnica incentiva a participação ativa de todos os alunos, aprimorando suas habilidades de escrita e pensamento crítico.
	Hora da leitura	Ícone	Indica momentos de leitura, seja individual, seja coletiva, como parte de atividades ou dinâmicas.
	Com suas palavras	Ícone	Solicita que o estudante formule sua compreensão do conteúdo estudado usando suas próprias palavras.
	Virem e conversem	Ícone	Propõe uma discussão rápida para troca de informações entre os estudantes.
	De olho no modelo	Ícone	Apresenta exemplos e resoluções comentadas, estimulando a observação do contraste entre modelos e fórmulas, além de destacar fórmulas que precisam ser fixadas.
	Destaque	Boxe	É uma dica que aparece para o estudante fazer certa atividade.
	Veja no livro	Ícone	Indica que o Caderno do Aluno também apresenta determinada informação ou atividade.

EFAPE, 2025.

Figura 2 – Quadro comparativo entre o escopo-sequência e o Material Digital do Estado de São Paulo.

Aspecto	Escopo-sequência	Material Digital
Função principal	Organiza conteúdos e habilidades ao longo do período letivo	Apresenta o roteiro estruturado das aulas
Formato	Documento orientador	Recurso didático interativo (slides, seções)
Foco	<i>O quê, quando e como ensinar</i>	<i>Como ensinar: atividades, estratégias, interação</i>
Relação entre os dois	Define o percurso pedagógico	Desenvolve os conteúdos com base nesse percurso
Papel do professor	Analisar e adaptar a sequência conforme a turma	Utilizar o Material Digital como apoio ao planejamento e à execução da aula
Complementaridade	Base curricular estruturada	Conteúdo e prática integrados com estratégias ativas

EFAPE, 2025.

Considerando o componente curricular de Ciências do Ensino Fundamental II, o CP apresenta a unidade “Terra e Universo”, descrevendo as seguintes habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes (São Paulo, 2019, p. 278):

[...] à compreensão do sistema Terra, Sol, Lua e de suas características, assim como as de outros corpos celestes, envolvendo a construção de descrições e explicações sobre suas dimensões, composição, localização e movimentos e forças que atuam entre e sobre eles. A unidade prevê o desenvolvimento de habilidades associadas ao estudo do céu, do planeta Terra e dos fenômenos celestes e da **manutenção da vida nas zonas habitáveis**. Os conhecimentos que as distintas culturas construíram sobre a Terra e o céu, devem ser reconhecidos enquanto manifestações, representações e narrativas de outros povos, reconhecendo outras formas de conceber o mundo, de modo a valorizar a pluralidade de conhecimentos (grifo nosso).

A partir desta descrição, é possível identificar que a unidade possibilita trabalhar com o ensino de Astrobiologia, como através da abordagem dos principais corpos celestes com capacidade de sustentar vida e as condições para uma zona habitável em outros sistemas solares.

No Ensino Médio, a Astrobiologia é apresentada em teorias que expliquem a origem da vida e sua evolução. De acordo com o CP, o componente curricular de Biologia tem como foco central a compreensão da vida em sua complexidade, diversidade e interdependência (São Paulo, 2020). A abordagem está diretamente ligada ao ensino do letramento científico, à sustentabilidade e à adoção de uma relação harmônica com toda a biodiversidade de vida no planeta. Apesar do tema ser mais restrito em comparação com o Ensino Fundamental, é possível ensinar a temática em uma perspectiva astrobiológica.

2. JUSTIFICATIVA

Considerando a natureza interdisciplinar da Astrobiologia e sua importância para um ensino de Ciências contextualizado e significativo, surge a necessidade de suprir uma suposta lacuna nas matrizes curriculares de documentos nacionais e estaduais na Educação Básica. Diante das transformações científicas e tecnológicas que vem revolucionando a sociedade, torna-se necessário a preparação dos professores para o ensino de novos conhecimentos astrobiológicos que vem ganhando cada vez mais espaço no ramo científico.

Neste sentido, este trabalho busca fornecer subsídios teóricos e práticos que possam auxiliar a atuação docente nos componentes de Ciências e Biologia, por meio de abordagens pedagógicas que integrem o conhecimento astrobiológico. Estima-se importante ressaltar a necessidade de vincular e de integrar temas (e seus respectivos conhecimentos vinculados) das diferentes áreas constituintes da Astrobiologia com conhecimentos derivados da pesquisa científica envolvendo o ensino de tais temas. Caberia investigar, de modo adicional, a extensão desta vinculação e desta integração com as aprendizagens (habilidades e competências) previstas em documentos curriculares ao nível federal e estadual.

3. OBJETIVOS

A presente pesquisa tem como seguinte questão: *De que maneira a Astrobiologia é contemplada na organização curricular de Ciências e Biologia na Educação Básica?* Considerando os conteúdos e argumentos expostos anteriormente, caberiam ainda algumas indagações:

1) *Os conhecimentos da Astrobiologia no campo científico estão diretamente vinculados com os conteúdos curriculares presentes na Educação Básica? Em caso negativo, o que justifica essa desvinculação?*

2) *Dado a importância destes conhecimentos astrobiológicos, em que extensão e de qual maneira estariam presentes nas diretrizes curriculares das disciplinas de Ciências e Biologia?*

A partir dessa perspectiva, buscou-se perscrutar o conhecimento científico acerca da Astrobiologia e a forma como ele se encontra nas habilidades, competências e conteúdos presentes no currículo de Ciências e Biologia da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e do Currículo Paulista (CP).

Para subsidiar a investigação, o trabalho apresenta os seguintes objetivos específicos:

i. Investigar a produção científica na área de ensino relacionada à Astrobiologia, no período de 2017 a 2024, de modo a identificar os principais objetos de conhecimento, abordagens metodológicas e resultados das pesquisas, bem como compreender o estado atual desse campo à luz das diretrizes estabelecidas pela BNCC.

ii. Analisar o componente curricular Ciências e Biologia visando caracterizar a presença e o modo como o ensino de Astrobiologia assume frente aos documentos da BNCC e o CP.

iii. Identificar os principais conhecimentos astrobiológicos produzidos em pesquisas científicas e correlacioná-los com as diretrizes curriculares presentes na BNCC e no CP.

iv. Selecionar, descrever e analisar o material digital do Centro de Mídias do Estado de São Paulo (CMSP), com o intuito de explorar o formato das

aulas associadas aos eixos temáticos da Astrobiologia, juntamente com seus conteúdos, objetivos de aprendizagem e atividades pedagógicas.

4. METODOLOGIA

4.1. A natureza da pesquisa

Este trabalho prioriza mapear a inserção da Educação em Astrobiologia nos Anos Finais e Ensino Médio na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no Currículo Paulista (CP). A pesquisa apresenta caráter qualitativo, na qual Minayo e colaboradores (2013) descrevem-na como um universo de significados das ações e relações humanas. Sua complexidade trabalha com “[...] motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis” (Minayo *et al.*, 2013, p. 21).

A estrutura e ideias centrais que orientam a pesquisa qualitativa se diferem daquelas associadas à pesquisa quantitativa. Dessa forma, segundo Flick (2009), primeira depende da escolha de métodos e teorias adequados; no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas; nas reflexões dos pesquisadores sobre suas próprias pesquisas como parte do processo de produção de conhecimento e, por último, na diversidade de abordagens e métodos.

Por ser desenvolvida na área da pesquisa social, seus objetivos estão correlacionados com a solução de problemas para a vida cotidiana e/ou para a constituição de uma base para a implantação de novas políticas públicas, a partir da utilização de métodos empíricos (Flick, 2009).

Ao se tratar de uma pesquisa básica, têm-se como objetivo a ampliação do conhecimento para possibilitar avanços da ciência (Gil, 2017) que, neste caso, é voltada ao ensino de Astrobiologia na Educação Básica.

4.2. Etapas da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas complementares. Inicialmente, realizou-se uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) na área de ensino em Astrobiologia, com o objetivo de mapear produções científicas recentes, identificar temáticas recorrentes, problemáticas e contribuições para o

ensino de Ciências e Biologia na Educação Básica. Na segunda etapa, procedeu-se à seleção e organização de eixos temáticos da Astrobiologia, a partir de referencial teórico consolidado, visando sistematizar os principais conhecimentos científicos da área. Em seguida, foi conduzida uma análise documental da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e do Currículo Paulista (CP), com foco nas disciplinas de Ciências e Biologia, buscando verificar a presença, a compatibilidade e a articulação dos conteúdos curriculares com os eixos temáticos astrobiológicos previamente definidos. Por fim, desenvolveu-se uma análise exploratório-descritiva do material digital do Estado de São Paulo, com o intuito de investigar como os conhecimentos astrobiológicos são abordados nas aulas propostas, identificando avanços, limitações e potencialidades para o ensino do tema na Educação Básica. Os próximos tópicos visam detalhar os processos de análise em cada etapa.

4.1.1 Revisão Sistemática de Literatura na área de ensino de Astrobiologia

Na primeira etapa da pesquisa, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) na área de ensino em Astrobiologia. Kitchenham (2007) considera a RSL uma maneira de identificar, avaliar e interpretar trabalhos que sejam relevantes para a questão da pesquisa.

De acordo com Rother (2007), utiliza-se um rigor metodológico e sistemático de diferentes estudos relevantes para a área de pesquisa avaliada. Para sua realização, são determinadas diferentes etapas, como a) elaboração da pergunta norteadora; b) localização dos estudos; c) avaliação crítica dos estudos; d) coleta de dados; e) análise e apresentação dos dados; f) interpretação dos dados e, por último g) aprimoramento e atualização da revisão, onde esta última visa receber sugestões e críticas para serem incorporadas às edições subsequentes. . Nela, realizou-se a investigação e análise qualitativa de artigos da área de ensino em Astrobiologia, comparando-os com os eixos temáticos inventariados na primeira etapa.

Para Chefer (2024), a pesquisa em ensino de Ciências, em específico sobre o tema da Astrobiologia, parte de inquietações de pesquisadores que buscam traçar e alcançar a resolução de problemas na área da educação, além

de promover práticas e ações a fim de superá-los. Conseqüentemente, Ferreira (2017) cita importância de não ignorar os trabalhos produzidos na área, tornando, portanto, necessário evidenciar os estudos associados aos temas de ensino em Astrobiologia.

A revisão sistemática teve como locus de análise os periódicos *Ciência & Educação (Qualis A1)*, *Revista Brasileira de Ensino de Física - RBEF (Qualis A1)*, *Revista de Ensino de Biologia - REnBio (Qualis A1)*, e *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA (Qualis A3)*. A opção por estas bases e revistas é justificada pela facilidade de acesso e maior amplitude de resultados. A seleção das revistas correlacionadas com ensino de Astronomia e Biologia são justificadas por questões etimológicas, das quais as duas ciências formam o termo Astrobiologia.

Na revisão, foram incluídos no *corpus* apenas artigos completos publicados nas bases de dados e em revistas científicas, escritos em português e que abordam diretamente o ensino e aprendizagem em Astrobiologia na Educação Básica ou a formação de professores na respectiva área. Foram excluídos trabalhos escritos em espanhol ou inglês, teses e dissertações, relatos breves de eventos acadêmicos, textos de divulgação científica e estudos voltados para a astronomia/astrobiologia geral, sem relação direta com a área de ensino.

Para a pesquisa, foram definidos os seguintes descritores: 1. Astrobiologia; 2. Vida no Universo; 3. Ensino; 4. Educação; BNCC; 5. Currículo. Ambos foram pesquisados ora de maneira individual, ora de maneira conjugada. Os critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos foram definidos a partir da tese de Chefer (2024), que considerou a presença do termo “Astrobiologia” em algum dos elementos das produções (título, resumo, palavras-chave ou corpo do texto); sua área de concentração (ensino ou educação) e a adequação dos trabalhos em relação aos objetivos definidos na investigação.

Após a identificação dos trabalhos, realizou-se a leitura das palavras-chave, resumos e, muitas vezes, do texto completo, a fim de mapear e inventariar as produções científicas associadas aos eixos temáticos selecionados. Tem-se como recorte temporal de 7 anos, entre 2017 a 2024,

considerando o ano da homologação da BNCC a fim de mapear a evolução das publicações sobre o ensino em Astrobiologia.

Segundo Bretones e Megid Neto (2005, p. 6), a revisão bibliográfica tem como objetivo:

[...] colaborar com a divulgação ampla da produção acadêmica em determinada área, buscando uma maior socialização dos conhecimentos produzidos, traçando algumas de suas tendências. Ao mesmo tempo possibilita, a partir de investigações decorrentes, apontar as suas contribuições para o ensino e sinalizar com necessidades a serem supridas por futuras pesquisas.

Os trabalhos identificados foram sistematizados por categoria, considerando seu ano de publicação, autor, título e descrição. As pesquisas selecionadas objetivaram responder às seguintes questões: (1) Quais temas de Astrobiologia têm sido abordados nestes últimos anos no âmbito curricular?; (2) Quais são as problemáticas do ensino de Astrobiologia?e (3) Quais apontamentos estas pesquisas trazem sobre o ensino de Astrobiologia nos Anos Finais e Médio na área de Ciências e Biologia?

A partir da identificação das obras, foi analisado se estas contribuem para a pesquisa desenvolvida. Foram realizadas leituras críticas das fontes teóricas, com o objetivo de assimilar os elementos textuais pertinentes à área de ensino em Astrobiologia. Por último, foi realizado o fichamento de informações importantes para serem utilizadas no processo de redação do trabalho (Chefer, 2024).

4.1.2 Segunda etapa: Seleção de eixos temáticos de Astrobiologia

A primeira etapa do trabalho foi a seleção dos principais temas que tangem a Astrobiologia. Foi selecionado como referencial teórico o livro *Astrobiologia: uma ciência emergente*, elaborado por Galante *et al.* (2016), publicado inicialmente na versão *online* em 2016 e posteriormente na versão física em 2019, que reúne textos de pesquisadores de diversas áreas científicas que abordam temas desde a origem da vida na Terra até as possibilidades de existência de organismos em exoplanetas (Figura 3).

De acordo com Souza *et al.* (2021) o objetivo é a busca por obras já publicadas que sejam relevantes para conhecer e analisar o tema da pesquisa, auxiliando a identificar as principais áreas de conhecimento e os estudos associados à Astrobiologia.

Foi realizada a leitura completa de todos os tópicos abordados no livro, que conta com a produção e participação de pesquisadores brasileiros renomados na área.

A partir da identificação dos principais tópicos abordados, foi construído um quadro intitulado “eixos temáticos de Astrobiologia”, onde foram inventariados e descritos os principais conhecimentos científicos astrobiológicos.

Figura 3 — Livro *Astrobiologia: uma ciência emergente*, publicado no ano de 2016 e utilizado como referencial teórico para a seleção de eixos temáticos de Astrobiologia.



Portal de Livros Abertos da USP (2016)

4.1.3 Terceira etapa: Análise documental da BNCC e do Currículo Paulista

Para Gil (2017, p. 127) “Documento é, pois, um termo que pode ser utilizado para designar qualquer coisa que possibilita conhecer outras coisas. Corresponde, portanto, a qualquer informação registrada em algum suporte”. Segundo o autor, entre suas vantagens, encontra-se: a obtenção de dados e

informações com baixo custo, a facilidade ao acesso e a possibilidade de investigação nos processos de mudanças sociais e culturais. Ludke e André (2020) exemplificam alguns documentos que podem ser utilizados na análise documental. Entre eles, são encontrados normas, pareceres, cartas, memorandos, diários pessoais, autobiografias, jornais, revistas, discursos roteiros e arquivos escolares.

Tendo em vista os objetivos do estudo, ou seja, investigar a incidência de conteúdos curriculares relacionados com a Astrobiologia, optou-se por analisar dois documentos educacionais oficiais: 1) ao nível nacional, utilizou-se da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e 2) à nível estadual, utilizou-se do Currículo Paulista (CP). Os documentos de domínio público foram extraídos diretamente em sites oficiais do Ministério da Educação e do Governo do Estado de São Paulo.

Segundo Flick (2009) os documentos oficiais (como a BNCC e o CP), permitem elaborar conclusões sobre o que as instituições representam, fazem ou pretendem fazer, ou como eles avaliam tais ações. Com isso, foram considerados quem elaborou, para quem é destinado e quais os seus propósitos.

As vantagens obtidas pelo uso de documentos na pesquisa em educação são abrangentes: Guba e Lincoln (1981) consideram como uma fonte “natural”, estável e rica de informação. Além do mais, apresentam fácil acesso, tal como baixo custo ou disponibilidade gratuita. Sendo assim, requer apenas do investigador o gasto de tempo e energia para análise e interpretação das informações mais relevantes.

De acordo com Gil (2017), a análise documental é dividida em três principais etapas: 1. condensação dos dados; 2. apresentação dos dados e 3. desenho e verificação da conclusão.

Na primeira fase, foram selecionadas e simplificadas as principais informações dos documentos curriculares, visto que se trata de um documento extenso de nível federal e estadual. Dessa forma, o foco da pesquisa limita-se às áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), em específico às disciplinas de Ciências (Anos Finais) e Biologia (Ensino Médio) da BNCC e do CP.

Na segunda fase, foram apresentados os dados de forma organizada e compactada em um quadro, utilizando as informações necessárias para a realização de análises e conclusões. Nesta fase, buscou-se selecionar e caracterizar as principais competências, habilidades e objetos de conhecimento associados à Astrobiologia na área das CNT. O mapeamento e a organização de dados tem como princípio investigar se os documentos oferecem subsídios ao processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos astrobiológicos, colaborando diretamente com a prática pedagógica de professores de Ciências e Biologia para o desenvolvimento de aulas sobre o tema.

E, por último, na terceira fase, foi realizada a interpretação dos documentos curriculares: a observação de padrões, explicações e proposições. Em específico, a análise ocorreu a partir da verificação da compatibilidade dos eixos temáticos de Astrobiologia com as dimensões curriculares da BNCC e do CP ou, mais precisamente, com as Unidades Temáticas (UT), Habilidades Curriculares (HC) e Objetos de Conhecimento (OC) presentes nos documentos educacionais oficiais da área de Ciências (Anos Finais) e Biologia (Ensino Médio) da Educação Básica.

4.1.4 Quarta etapa: Análise do material digital do Estado de São Paulo

Na quarta etapa, foi realizado um estudo exploratório-descritivo do material digital do Estado de São Paulo. Para Sampieri, Collado e Lucio (2013, p. 101), a pesquisa exploratória é definida como:

[...] servem para nos tornar familiarizados com fenômenos relativamente desconhecidos, obter informação sobre a possibilidade de realizar uma pesquisa mais completa relacionada com um contexto particular, pesquisar novos problemas, identificar conceitos ou variáveis promissoras, estabelecer prioridades para pesquisas futuras ou sugerir afirmações e postulados.

Nesse sentido, o foco desta etapa é investigar a forma como os conhecimentos científicos que tangem a área da Astrobiologia estão presentes nos materiais produzidos pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

(SEDUC), a fim de indicar tendências, relações potenciais entre variáveis e contextos associados ao ensino do tema (Sampieri, Collado e Lucio, 2013).

O estudo descritivo do material digital tem como objetivo especificar as propriedades e características das aulas, a fim de coletar informações sobre os conceitos astrobiológicos identificados. Segundo Sampieri, Collado e Lucio (2013, p. 102):

[...] Assim como os estudos exploratórios servem fundamentalmente para descobrir e pressupor, os estudos descritivos são úteis para mostrar com precisão os ângulos ou dimensões de um fenômeno, acontecimento, comunidade, contexto ou situação.

A análise foi realizada a partir das inferências da pesquisadora em relação a alguns critérios, como objetos de conhecimento, objetivos e atividades abordadas no material digital, juntamente com sua vinculação aos conteúdos astrobiológicos trabalhados durante a aula. Junto a isso, foi verificado se os materiais englobam conteúdos astrobiológicos adequados, erros conceituais e escrita contextualizada.

Ao reunir detalhes e resultados das quatro etapas, foi possível identificar avanços e fragilidades do ensino em Astrobiologia na Educação Básica – em especial do estado de São Paulo e em nível curricular.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Revisão Sistemática de Literatura na área de ensino de Astrobiologia

Após a busca dos trabalhos utilizando as palavras-chave nas plataformas de pesquisa e nos periódicos, empreendeu-se a leitura e análise detalhada dos títulos dos artigos científicos e seus respectivos resumos. Aqueles que se encaixaram nos critérios de inclusão foram expostos no Quadro 2.

Quadro 2 — Produções acadêmicas identificadas na área de Ensino em Astrobiologia.

SciELO - Scientific Electronic Library Online				
Título do trabalho	Autor(es)/ Ano	Objetivos	Metodologia	Resultados
Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil: cosmovisões de pesquisadores e professores da área	Chefer e Oliveira (2022)	Estruturar compreensões sobre a Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil, diante a cosmovisão de pesquisadores e professores que atuam na Educação Básica ou Superior no País.	Análise fenomenológica do discurso dos participantes e estruturação em 3 núcleos de ideias	Cosmovisões demonstram a Astrobiologia como importante ferramenta didático-pedagógica e grande potencial para a Educação científica, porém contendo desafios na área científica e presença de conceitos complexos.
Revista Brasileira de Ensino de Física				
Título do trabalho	Autor(es)/ Ano	Objetivos	Metodologia	Resultados
Integrando o ensino de astronomia e termodinâmica: explorando a zona habitável no diagrama de fases da água	Farias e Barbosa (2017)	Abordar o conceito de Zona Habitável com o ensino de termodinâmica através do diagrama de fases.	Discussão detalhada sobre as condições de temperatura e pressão em cada um dos planetas rochosos em nosso sistema solar, comparando-os com o diagrama de fases da água líquida em livros didáticos.	Verificou-se a possibilidade de discussão sobre a habitabilidade de cada planeta em paralelo à aprendizagem acerca de diagramas de fase.
Revista Ciência & Educação				
Título do trabalho	Autor(es)/ Ano	Objetivos	Metodologia	Resultados

O conceito de dialogicidade de Paulo Freire e as questões sociocientíficas na formação de professores dos anos iniciais sobre a presença de água no Sistema Solar	Oliveira <i>et al.</i> (2023)	Analisar os aspectos formativos apropriados por pedagogas em formação inicial, a partir de um minicurso sobre Astronomia e Astrobiologia, na perspectiva dos referenciais teóricos utilizados, a saber, as questões sociocientíficas e o conceito de dialogicidade de Paulo Freire	Gravações das aulas e os planos de aula elaborados pelas participantes, juntamente com Análise de Conteúdo (AC).	Apontou a importância de oportunizar uma formação crítica em Ciências que incentive a dialogicidade, a autonomia de pensamento e a reflexão sobre temas científicos controversos a pedagogos em formação.
Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA				
Título do trabalho	Autor(es)/ Ano	Objetivos	Metodologia	Resultados
Educação em Astronomia contextualizada e as diversas dimensões: micro, macro, horizontal e vertical	Gonçalves e Compiani (2023)	Discussão sobre as escalas micro e macro, bem como as dimensões verticais e horizontais na Educação em Astronomia.	Ensaio se propõe a discutir a complexidade das escalas dos fenômenos astronômicos e a necessidade de incluir as diferentes dimensões nos processos de ensino e aprendizagem de Astronomia	Astrobiologia como abordagem horizontal da educação em Astronomia devido seu caráter integrador e interdisciplinar.
Erros Conceituais de Astronomia em Livros Didáticos de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias – PNLD 2021	Sobreira e Ribeiro (2023)	Analisar os tipos de erros conceituais de Astronomia presentes em sete coleções de livros didáticos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Ensino Médio, aprovadas no PNLD 2021.	Abordagem Qualitativa de Pesquisa em Educação e a técnica empregada foi a Análise de Conteúdo de Bardin.	A partir da Caixa de Categorias Prévias “Exoplanetas e Astrobiologia”, foram identificados 2 erros conceituais encontrados entre os 7 livros didáticos avaliados.
Tópicos de Astronomia nos currículos de cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas	Nunes, Ribeiro e Silva (2023)	Analisar os currículos dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas das Universidades Federais do Brasil em relação aos conteúdos de Astronomia.	Análise documental e classificação das disciplinas e conteúdos conforme a Análise de Conteúdo de Bardin.	Entre 23 disciplinas, apenas 4 possuem a ementa composta exclusivamente por conteúdos de Astronomia, corroborando com a hipótese de que cursos de Biologia negligenciam os assuntos astronômicos

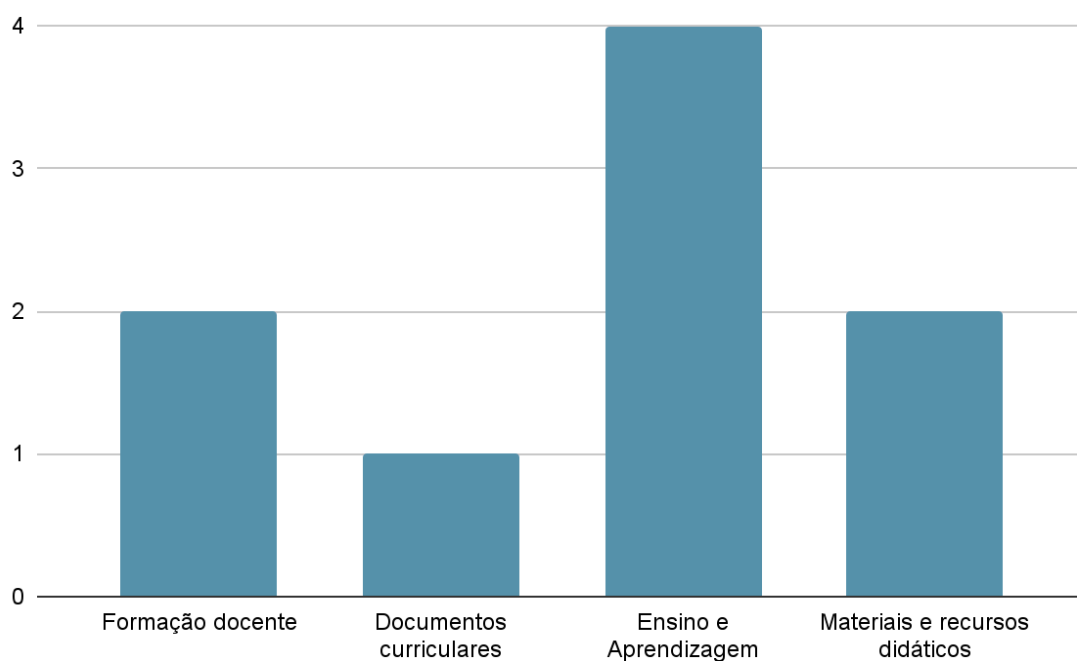
Análise das concepções prévias dos estudantes sobre meteorítica no último ano do Ensino Fundamental	Tiberio (2024)	Identificar as concepções prévias sobre Astronomia e Meteorítica presentes nos estudantes do último ano do Ensino Fundamental II	Entrevista com grupos focais e análise de dados a partir da Análise de Conteúdo e Análise Temática	Foi observado que as concepções prévias dos alunos estão profundamente relacionadas a conceitos desatualizados ou superficiais, erros conceituais e crenças religiosas, inclusive em relação à Astrobiologia.
Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio				
Título do trabalho	Autor(es)/ Ano	Objetivos	Metodologia	Resultados
Astrobiologia no ensino Médio	Chefer e Oliveira (2023)	Identificar na Base Nacional Comum Curricular e no Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná-PR, componente curricular Biologia, habilidades, temáticas e conteúdos que podem ser associados à ciência Astrobiologia.	Pesquisa qualitativa de cunho documental.	Tanto no currículo proposto pela base quanto nos referenciais paranaenses são contemplados os conceitos e conhecimentos científicos que embasam a pesquisa astrobiológica.
A utilização de <i>podcasts</i> como instrumento pedagógico de divulgação científica da Astrobiologia na educação básica	Cordeiro <i>et al.</i> (2024)	Levar para o ambiente escolar, discussões acerca das temáticas que envolvem a Astrobiologia, além de abordar as possibilidades desta ferramenta de áudio como instrumento didático-pedagógico potencializador das aprendizagens	Aplicação das obras (<i>podcasts</i>) nas turmas de 1° e 2° ano do Ensino Médio do turno vespertino	Produção de de 5 <i>podcasts</i> com temáticas astrobiológicas.

Elaborado pela própria autora.

A partir da seleção dos principais artigos científicos na área de Ensino em Astrobiologia, foram levantados cerca de 9 trabalhos, com diferentes temáticas (Figura 4). Dentre as tendências observadas, foram identificadas pesquisas em Astrobiologia associadas à formação docente (Nunes, Ribeiro e Silva, 2023; Oliveira *et al.*, 2023), materiais e recursos didáticos (Cordeiro *et al.*, 2024; Sobreira e Ribeiro, 2024), documentos curriculares (Chefer e Oliveira,

2023) e ensino e aprendizagem (Gonçalves e Compiani, 2023; Tiberio, 2024; Farias e Barbosa, 2017).

Figura 4 — Categorização temática das produções acadêmicas na área de Ensino em Astrobiologia.



Elaborado pela própria autora.

No trabalho de Chefer e Oliveira (2022), a partir dos discursos de pesquisadores da área da Astrobiologia, os autores reconheceram o potencial astrobiológico em sala de aula, principalmente considerando a produção e o fazer científico, dos quais permitem a resolução de problemas e a construção de novos conhecimentos. Dessa forma, o estudo da vida na Terra e suas possibilidades de existência no Universo não está restrito somente às pesquisas vinculadas ao Hemisfério Norte. É necessário reconhecer que o Brasil produz estudos em Astrobiologia e apresenta potencial direto para dialogar com o contexto da educação brasileira a partir da transposição didática dos conhecimentos produzidos. Além disso, a partir da aproximação dos estudantes com a produção de conhecimentos astrobiológicos, cria-se um caminho ao

estímulo da carreira científica e uma nova forma como os alunos enxergam o papel da ciência brasileira.

Outra maneira de estimular o ensino e aprendizagem de Astrobiologia em sala de aula foi através do ensino da Zona Habitável de maneira integrada ao conteúdo de termodinâmica, com enfoque nos diagramas de fases. Devido ao caráter interdisciplinar da Astrobiologia, Farias e Barbosa (2017) utilizaram conceitos da área para vinculá-los com a termodinâmica. A partir da discussão acerca das temperaturas reais e efetivas de planetas rochosos, juntamente com as médias de temperatura e pressão dos astros e o diagrama de fases da água, a proposta possibilita que os estudantes construam o pensamento crítico acerca da possibilidade dos planetas sustentarem água líquida na superfície e apresentarem condições de habitabilidade.

Em sala de aula, verificou-se o potencial da Astrobiologia em diferentes contextos e através do uso de uma variedade de recursos didáticos, como nos trabalhos de Gonçalves e Compiani (2023) e Cordeiro *et al.* (2024). A abordagem horizontal de Educação em Astronomia, estabelecida por Gonçalves e Campiani (2023, p. 14) é uma dimensão definida como: “[...] a dimensão integra o conhecimento em seu contexto local, singularidades, relações em busca de padrões e a compreensão do fenômeno em suas causalidades dentro do cenário do observador”.

Tal dimensão está diretamente ligada com a Astrobiologia, principalmente relacionando-a com a exploração espacial em uma perspectiva crítica das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). A característica integradora e interdisciplinar da área também permite redimensionar os conhecimentos sobre a origem e evolução da vida, a vida fora da Terra e a manutenção da espécie humana e do planeta, dialogando diretamente com as outras dimensões citadas pelos autores (micro, macro, horizontal e vertical).

Cordeiro *et al.* (2024) utilizaram a abordagem astrobiológica através da ferramenta *podcast*, onde os estudantes desenvolveram produções a partir de diferentes temas da área, como a origem e evolução da vida, extremófilos, a origem dos elementos, planetas habitáveis e exploração espacial. A

ferramenta demonstrou um potencial positivo para o ensino e aprendizagem dos alunos, que tiveram a oportunidade de utilizar recursos tecnológicos para a divulgação científica da Astrobiologia.

Entre os desafios para a atuação docente, é necessário que o profissional exerça habilidades no manuseio das novas tecnologias para a produção dos *podcasts* (Cordeiro *et al.*, 2024), visto que requer etapas de criação de roteiro, gravação, edição, divulgação etc. No entanto, também é importante ressaltar que, não basta apenas exercer o conhecimento técnico destes recursos, mas também garantir a rigorosidade científica do conteúdo produzido. A Astrobiologia, por ser uma área em potencial crescimento, deve ser divulgada de forma responsável, transparente e baseada em fontes confiáveis, como artigos científicos e instituições científicas renomadas. O objetivo principal é garantir uma divulgação científica de qualidade, evitando a desinformação e o sensacionalismo que frequentemente é encontrado nesta área.

Na etapa do Ensino Médio, Chefer e Oliveira (2023b) identificaram as competências específicas na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) e suas respectivas associações com os eixos temáticos em Astrobiologia. Na competência específica 1, foram identificados temas como transformações e conservação de matéria e energia; processos de transformação e condução de energia; radiações; toxicidade e reatividade de diferentes materiais; ciclos biogeoquímicos; desenvolvimento sustentável, uso consciente de recursos naturais, descartes responsáveis e preservação da vida em todas as suas formas. Na competência específica 2, foram verificados temas que trazem conceitos fundamentais de Biologia, Ciências Planetárias e Astronomia, como a origem e evolução da vida, da Terra e do Universo; biodiversidade; níveis de organização dos seres vivos; condições ambientais e fatores limitantes a vida; efeitos de intervenções nos ecossistemas e impactos nos seres vivos; mecanismos de manutenção da vida; ciclos da matéria; transformações e transferências de energia; movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo; interações gravitacionais; preservação e conservação da biodiversidade; efeitos da ação humana e das políticas ambientais; sustentabilidade do planeta; evolução biológica; diversificação e dispersão da vida pelo planeta; interações ecológicas; evolução estelar; origem e distribuição

dos elementos químicos no Universo; surgimento de sistemas estelares e planetários, estrutura e composição dos astros; e possibilidade de existência de vida em outros corpos celestes. Por último, a competência específica 3 é pautada na mobilização de conhecimentos e debates relacionados com a pesquisa em astrobiologia, como: problemáticas e controvérsias sobre o desenvolvimento de tecnologias espaciais; busca por vida extraterrestre; vida em ambientes extremos e análogos a Terra; viagens interestelares; futuro da vida na Terra e onde ela possa existir; exploração humana do espaço; visões sobre a vida extraterrestre; origem da vida; panspermia, etc. A partir dessas possibilidades, considera-se importante verificar a estrutura curricular dos estados e municípios, a fim de que estes estabeleçam diretrizes para a organização dos conteúdos, objetos de conhecimento, progressões, materiais didáticos e avaliações adequadas para a promoção da Astrobiologia no Ensino Médio.

Dentre as principais problemáticas na área de ensino em Astrobiologia, verificou-se a presença de erros conceituais em livros didáticos de CNT. Considerando a temática Exoplanetas/Astrobiologia, o trabalho de Sobreira e Ribeiro (2023) identificou 2 erros conceituais entre os 7 livros analisados. Entre as falhas, foram exibidos erros sobre Titã, uma das luas de Saturno, incitando que no passado havia abrigado vida e que atualmente há a presença de água líquida em sua superfície, duas ideias que não foram comprovadas cientificamente. Outro erro encontrado foi a definição do termo “Astrobiologia” em um dos livros, que conceituou-a como um novo ramo da Biologia, sendo que, na verdade, sua área apresenta estudos desde o século passado e seu enfoque baseado em uma ciência multidisciplinar, não sendo restrita somente à Biologia.

Já na perspectiva dos alunos, as concepções prévias em sala de aula também estão presentes juntamente com a existência de erros conceituais e visões entrelaçadas com crenças religiosas. No artigo da autora Tiberio (2024), ao questionar os alunos entrevistados sobre a possível relação entre meteoritos e a origem da vida na Terra, muitos estudantes tiveram ideias divergentes e confusas. Alguns se sentiram divididos entre suas crenças religiosas e a credibilidade das teorias científicas, enquanto outros associaram a origem da

vida com a queda do asteroide que extinguiu os dinossauros no fim do período Cretáceo e, conseqüentemente, garantiu a dispersão dos mamíferos.

Na perspectiva da formação docente, a área da Astrobiologia também apresenta desafios e dificuldades para a atuação dos profissionais na Educação Básica. O trabalho de Oliveira *et al.* (2023) ressalta esse problema e destaca a importância de trabalhar questões sociocientíficas em sala de aula de forma crítica e voltada para a realidade através de uma perspectiva freireana. Dentre um dos pontos que mais chamou a atenção na pesquisa, foi a realização do minicurso *Astronomia e Astrobiologia: presença de água no Sistema Solar* para pedagogos em formação. A proposta ressalta aspectos positivos para a formação docente, visto que Langhi e Nardi (2003) já haviam salientado sobre a deficiência na preparação do professor em diferentes áreas da Ciência, das quais causam dificuldades na atuação em sala de aula.

Ainda sobre a temática de formação de professores, Nunes, Ribeiro e Silva (2023) reconheceram a ausência de tópicos de Astrobiologia nos Projetos Pedagógicos do Curso (PPC) de 55 instituições federais com graduação em licenciatura de Ciências Biológicas. No geral, foram constatados a baixa frequência de conteúdos de Astronomia nos currículos destes cursos, reconhecendo que as licenciaturas em Ciências Biológicas pouco abordam assuntos astronômicos, uma área importante e que exige do professor de Ciências e Biologia trabalhar a temática segundo as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Para os autores, a escassez de conteúdos de Astronomia (incluindo a Astrobiologia) nos currículos dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas demonstra uma lacuna de conhecimento para os futuros profissionais que atuarão em sala de aula, uma vez que os saberes disciplinares são fundamentais para a composição do saber docente (Tardif, Lessard e Haye, 1991; Nunes, Ribeiro e Silva, 2023).

5.2 Eixos temáticos da astrobiologia

Considerando a segunda etapa da pesquisa, com o objetivo de identificar os principais conhecimentos científicos vinculados à Astrobiologia, foi utilizado como referencial teórico o livro *Astrobiologia: uma ciência emergente* (Galante *et*

al., 2016). A partir da análise e seleção, foi possível sistematizar os principais temas científicos abordados na área da Astrobiologia, totalizando cerca de oito eixos temáticos centrais, apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 — Eixos temáticos da Astrobiologia a partir do referencial teórico *Astrobiologia: uma ciência emergente*.

Eixos temáticos da Astrobiologia
A origem e evolução da vida
A química da origem da vida
Bioassinaturas
Vida ao extremo (Extremófilos)
Exploração espacial
Zonas habitáveis
Busca de vida fora da Terra e além do Sistema Solar
O futuro da vida no planeta Terra

Galante *et al.* (2016)

5.2.1 — A origem e evolução da vida

O conhecimento moderno sobre a vida e sua evolução na Terra advém, em grande parte, do trabalho "*A origem das espécies*" publicado por Charles Darwin. No entanto, ainda existem questionamentos sobre como ela surgiu, tornando-se um dos enigmas mais profundos e instigantes da humanidade. Suas implicações vão além do âmbito científico, expandindo-se para o ramo da filosofia.

Com o avanço da ciência, teorias e experimentos foram propostos a fim de explicar como ocorreu o aparecimento dos primeiros organismos no planeta. Tais pesquisas fornecem uma base importante para compreender a possibilidade de vida em outros planetas e no universo, sendo um ponto de intersecção com a Astrobiologia. Aristóteles (384-322 a.C) foi um dos primeiros pensadores a formular a ideia de que os organismos poderiam surgir da matéria inanimada (Galante *et al.*, 2016). Tal teoria, conhecida como "abiogênese", era

amplamente utilizada na Antiguidade e pendurou até a Idade Moderna para explicar a origem da vida.

No ano de 1988, H. Jay Melosh publicou na revista *Nature* a teoria da panspermia, da qual propõe que a vida poderia ter surgido a partir de microrganismos trazidos do espaço através de asteroides, cometas ou poeira cósmica. Nela, acreditava-se que células microscópicas resistentes, como esporos de bactérias, poderiam se dispersar através do universo. A panspermia apresenta duas versões: em sua versão mais fraca, a teoria propõe que moléculas orgânicas que deram origem à vida teriam vindo do espaço. Em contrapartida, a versão forte sugere que microrganismos poderiam ter vindo de outros planetas (como Marte), através de meteoritos que caíram na Terra. No entanto, essa hipótese não é capaz de resolver o problema da origem da vida em si, pois apenas a transfere sua origem para outro local fora da Terra (Galante, 2015).

Na década de 20, foram realizados os primeiros experimentos que visavam simular as condições da Terra primitiva, proposto pelos cientistas Alexandre Oparin e J.B.S Haldane. Os pesquisadores Stanley Miller e Harold Urey construíram um reator para representar a atmosfera primitiva, contendo água, metano, amônia, hidrogênio e nitrogênio. Para simular os relâmpagos da época, foi utilizado um faiscador como fonte de energia. Após uma semana de experimento, foi observado a presença de um material espesso e escuro, contendo açúcares e aminoácidos, moléculas orgânicas consideradas primariamente biológicas.

De forma gradual, essas moléculas orgânicas se acumularam em mares e lagos, conhecidos como “sopa primordial” da Terra Primitiva. Com o passar de milhões de anos, essas moléculas passaram a se organizar e tornar-se mais complexas, propiciando o surgimento de estruturas semelhantes às células (conhecidas como estruturas “coacervadas”) e eventualmente originando os primeiros organismos unicelulares do planeta (Galante *et al.*, 2016).

No ano de 1986, o estadunidense Walter Gilbert postulou uma teoria que prediz que a vida possa ter passado por um estágio simplificado de funcionamento a partir da molécula de RNA que atuava de maneira polivalente. Seu funcionamento baseava-se em um sistema informacional, replicador e

catalisador. Da mesma maneira que o DNA, o RNA também é capaz de armazenar informações químicas e apresenta atividade catalítica, promovendo reações químicas. As últimas pesquisas demonstram que a molécula também foi capaz de realizar, em determinados casos, a autocatálise, ou seja, duplicando a si próprio (Galante, 2015). Considerando estas informações, uma das teorias mais aceitas é a Hipótese do Mundo de RNA, no entanto, as pesquisas ainda vêm sendo aprimoradas a fim de compreender como a vida surgiu.

Apesar de ainda envolver mistérios, a origem da vida na Terra apresenta diferentes teorias que sugerem o surgimento há cerca de 3,8 bilhões de anos em ambientes aquáticos da Terra Primitiva, como em fontes hidrotermais no fundo dos oceanos ou em lagoas rasas. Com isso, moléculas simples, compostas por elementos químicos fundamentais, passaram a combinar-se e formar as primeiras estruturas mais complexas: células procariontes. A capacidade de replicação celular foi um marco crucial para a diversificação e evolução de novas formas de vida cada vez mais complexas, como os seres eucariontes e os organismos pluricelulares (Ramalho *et al.*, 2025).

5.2.2 — A química e origem da vida

Para existir vida é necessário uma composição química favorável para a formação de suas estruturas, metabolismo e reprodução. Atualmente, é consenso na comunidade científica que os primeiros organismos surgiram através de uma complexa e gradual evolução química, que precedeu a evolução biológica (Rampelotto, 2012).

A hipótese de Oparin-Haldane foi experimentalmente testada pelos químicos Harold Urey e Stanley Miller, em 1953 a partir de um sistema fechado e controlado. Eles utilizaram gases metano (CH₄), amônia (NH₃) e hidrogênio (H₂) para simular a atmosfera primitiva. Para reproduzir os raios químicos, os cientistas utilizaram eletrodos como fonte de energia para as reações químicas. Após uma semana, foram produzidas diferentes substâncias orgânicas, como aminoácidos (glicina, alanina, aspartato, valina, leucina - formas D e L - e ácido glutâmico), juntamente com formaldeído, nitratos e cianetos (de Souza Santos *et*

al., 2011). No entanto, nos dias atuais o experimento de Urey e Miller não são utilizados como referência para os processos químicos do planeta no passado, visto que seu modelo de atmosfera primitiva não se encaixa com o modelo atual, considerado como uma característica oxidante, rica em dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), gás hidrogênio (H₂), e gás nitrogênio (N₂) (Rampelotto, 2012). Ainda sim, tal experimento abriu espaço para outras pesquisas que, no entanto, ainda não entraram em consenso (de Souza Santos *et al.*, 2011)

O que é possível ressaltar é que os seres vivos apresentam características bioquímicas comuns a todos eles. Um exemplo é a presença do conjunto de átomos de carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca) e S (enxofre) (Voet *et al.*, 2014), essenciais para a existência de vida que conhecemos hoje.

5.2.3 — Bioassinaturas

Ao se tratar da procura pela vida fora da Terra, seja ela no passado ou no presente, buscam-se as chamadas bioassinaturas ou biomarcadores, definidas como qualquer objeto, substância ou padrão que requer um agente biológico, ou seja, um organismo vivo. Com isso, não existem rotas para sua síntese abiótica. Entre os exemplos de bioassinaturas, encontram-se moléculas, isótopos, estruturas morfológicas e até mesmo fenômenos (Summons, 2008; Cerini, 2018). Ainda assim, existem desafios na pesquisa e procura por bioassinaturas pois elas, por si só, não são necessariamente indicativas de atividade biológica, já que certas substâncias podem ser produzidas a partir de processos abióticos, como atividades vulcânicas e a tectônica de placas.

Metano, oxigênio e gás carbônico são substâncias que podem ser liberadas por processos fisiológicos de seres vivos, podendo ser um alvo para a detecção destes gases em outros corpos celestes. No entanto, fontes biológicas ou não biológicas, como ciclos geológicos e a composição química atmosférica, podem produzir os mesmos gases de forma abiótica. Este foi o caso de Marte nos anos 2000, no qual a detecção de metano no planeta levou cientistas a concluir que o gás poderia ter sido produzido a partir de microrganismos

metanogênicos. Porém, com o avanço dos estudos, os resultados obtidos demonstraram uma origem abiótica a partir de reações químicas na atmosfera e no subsolo, um processo conhecido como serpentinização (Galante *et al.*, 2016).

5.2.4 — Vida ao extremo (Extremófilos)

Entre as linhas de pesquisa que regem a Astrobiologia encontram-se os organismos extremófilos, classificados como seres vivos capazes de sobreviver e se proliferar em ambiente com parâmetros físicos (pressão, temperatura, radiação) e geoquímicos (pH, salinidade, potencial de óxido-redução) próximos ao limite de estabilidade das moléculas. A maioria compõe o grupo de procariotos, principalmente dos domínios Archaea e Bacteria, embora estejam presentes nos três domínios. Como exemplo, a arqueia *Sulfolobus acidocaldarius* apresenta crescimento em ambientes com pH=3,0 e temperatura em torno de 80,7 °C, sendo considerada uma termoacidofílica (Rothschild e Mancinelli, 2001).

No passado, não se acreditava na possibilidade da existência de organismos em regiões de fontes termais, águas frias do Ártico, águas ácidas e alcalinas e fossas abissais (Stetter, 1999). Com o avanço científico, estes seres vivos passaram a ser descobertos e estudados na área da Astrobiologia. Por se concentrar nos estudos das condições físicas, químicas e biológicas que permitem a existência da vida fora da Terra. Pelo fato do espaço apresentar diferentes ambientes extremos, como locais com alto nível de radiação, temperaturas severas, gravidade variável e limitação nutricional, estes fatores acabam dificultando a sobrevivência de grande parte dos organismos (Franco, 2025). No entanto, devido aos extremófilos prosperarem em condições adversas, eles passam a ser alvos para a busca de vida fora do planeta.

O estudo sobre os organismos extremófilos contribui diretamente para a área da biologia evolutiva e molecular, além de proporcionar a expansão do conhecimento sobre as condições viáveis para a vida, principalmente em relação aos locais onde a maior parte dos seres vivos não sobreviveria, trazendo, dessa forma, questionamentos sobre a habitabilidade em outros planetas, luas ou sistemas solares com características diferentes do nosso (Lima e Santos, 2016).

5.2.5 — Exploração espacial

A exploração espacial torna-se um tema importante na Astrobiologia quando se trata da colonização humana e a busca de vida em outros planetas ou luas. Ela permite desenvolver o conhecimento sobre os limites da vida tal como conhecemos e avaliar o potencial de habitabilidade em outros corpos celestes (Cortesão *et al.*, 2025). Os programas espaciais ganharam engajamento nas décadas de 60 e 70, durante o período da Guerra Fria, no entanto, apesar da conquista do ser humano na Lua, atualmente a exploração espacial tripulada está restrita à Estação Espacial Internacional (ISS) (Galante *et al.*, 2016).

Com o avanço das pesquisas, ciência e tecnologia, a exploração espacial progride com novos desafios e possibilidades, como missões de longa duração para a colonização dos seres humanos na Lua e, futuramente, em Marte. Entre essas missões, encontra-se o Programa Artemis, que prevê o retorno da espécie humana para estabelecer uma base na Lua (Creech, Guidi e Elburn, 2022). Outro projeto de grande porte destaca-se pelo desenvolvimento da primeira missão tripulada a Marte a fim de que, em um futuro distante, a vida terrestre possa colonizar o Planeta Vermelho. Tal possibilidade, apesar de ser ainda restrita aos filmes de ficção científica, é uma atividade que envolve uma complexa e extensa rede tecnológica e científica, juntamente com questões sociopolíticas e socioeconômicas (Shaghghi e Antonakopoulos, 2012).

5.2.6 — Zonas Habitáveis

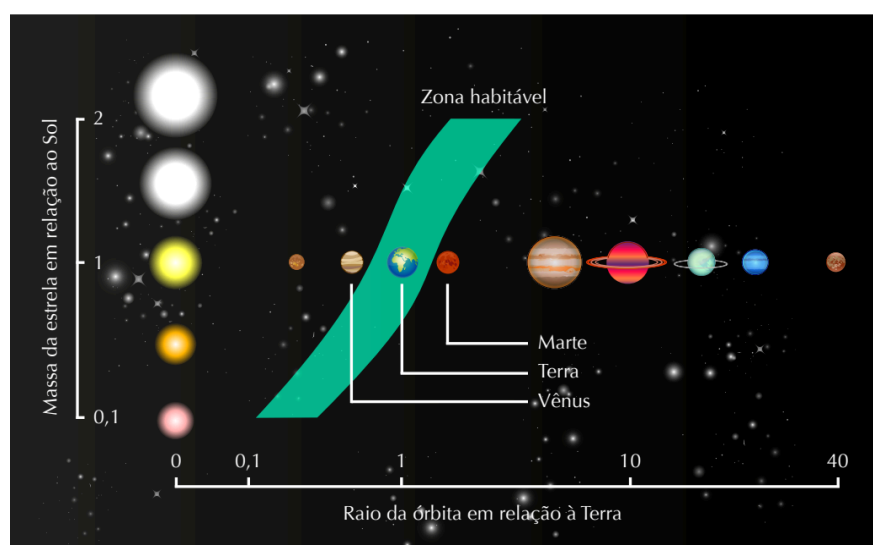
A Astrobiologia começou a ganhar destaque principalmente após a descoberta de outros planetas fora do nosso Sistema Solar na década de 90. Estes, conhecidos como “exoplanetas”, apresentam cerca de mais de 5000 exemplares confirmados (Gohd, 2024). Dentre os milhares identificados, poucos apresentam características semelhantes à Terra, podendo ser alvo para o estudo da possibilidade de vida.

Quando se trata em discutir sobre planetas habitáveis, seja dentro ou fora do nosso Sistema Solar, é necessário compreender a definição de Zona Habitável (ZH) com base no conhecimento de como a vida surgiu e evoluiu no planeta Terra.

A ZH é considerada uma região ao redor de uma estrela onde o ciclo de fusão de H em He seja estável por bilhões de anos, permitindo que os planetas em torno dela mantenham água líquida em sua superfície, já que a estrela fornece energia e a água atua como um solvente capaz de realizar diversas reações químicas (Huang, 1959).

Galante *et al.* (2016) e Cockwell (2016) consideram a importância do planeta apresentar atividade geológica e ser “rochoso”, fatores fundamentais para o equilíbrio planetário e a ciclagem de nutrientes. Além disso, considera-se a presença de uma atmosfera semelhante à Terra (contendo nitrogênio, oxigênio, dióxido de carbono e metano), visto que a presença destes gases apresentam condições para gerar bioassinaturas detectáveis. Outro fator de influência é a massa da estrela de um sistema planetário, visto que ela influencia na luminosidade e em seu tempo de vida (Figura 5). A presença de um campo magnético também torna-se uma característica importante, protegendo os seres vivos contra ventos estelares e raios cósmicos.

Figura 5 — Esquema representativo da Zona Habitável no Sistema Solar.



Galante *et al.* (2016)

Ainda sim, é necessário considerar que a vida pode ir muito mais além do que se conhece em nosso planeta. Novas propriedades químicas, a variedade de ambientes e diferentes solventes podem ser uma alternativa para o surgimento de organismos diversos e com estruturas químicas, físicas e biológicas que vão além do conhecimento humano.

5.2.7 Busca de vida fora da Terra e além do Sistema Solar

O questionamento sobre a existência de vida fora da Terra instiga a humanidade há séculos, possibilitando a discussão do tema entre filósofos, cientistas, teólogos e até mesmo pessoas comuns, que se indagam sobre a possibilidade de novos mundos e seus habitantes.

A partir do século XX, os avanços dos estudos astronômicos e a evolução tecnológica da exploração espacial permitiram o conhecimento sobre os diferentes corpos do Sistema Solar. Atualmente, os programas de busca por vida fora da Terra se baseiam, como dito anteriormente, na vida terrestre. Pelo fato dos seres unicelulares serem os primeiros habitantes da Terra, apresentarem maior quantidade de biomassa e número de organismos e estarem presentes em praticamente todos os ambientes, eles se tornaram o principal alvo de busca de vida extraterrestre (Galante *et al.*, 2016; Rothschild e Mancinelli, 2001).

Com base na tecnologia atual, não é possível realizar a coleta de amostras de forma direta em outros planetas ou luas do Sistema Solar. Portanto, a busca ocorre pela identificação e análise de sinais indiretos que indiquem a presença de vida, ou seja, bioassinaturas. Entre os candidatos mais conhecidos pela busca de organismos extraterrestres encontra-se Marte, considerando os seguintes fatores: a) sua proximidade com a Terra; b) a facilidade na observação e no envio de sondas e c) existência de evidências que demonstraram que seu passado apresentava um ambiente propício para a existência de vida. Além de planetas, as luas Europa (Júpiter), Titã e Encélado (Saturno) são alvos para a busca de vida extraterrestre, visto que acredita-se que estes satélites apresentem condições amenas para a sobrevivência de organismos (Galante *et al.*, 2016).

5.2.8 O futuro da vida na Terra

A Astrobiologia é uma ciência que busca a compreensão da vida na Terra e fora dela, sendo uma ferramenta importante para discutir sobre o futuro do planeta. Em tempos de crise econômica, social e ambiental, onde a relação homem-natureza é baseada no desequilíbrio e na lógica antropocêntrica, o capitalismo e a exploração desenfreada dos recursos naturais causaram danos irreversíveis à biosfera. Gleiser (2024) cita a necessidade de nos reinventarmos como espécie, visto que o nosso planeta é uma joia rara em meio de outros trilhões de mundos em nossa galáxia, sendo atualmente o único (até onde sabemos) com uma biosfera exuberante, tomada pela vida nas águas, na terra e no ar.

Gadotti (2005) considera a Educação de Futuro uma pedagogia da Terra e para Terra, estabelecida com bases no desenvolvimento sustentável e na formação de uma consciência ecológica e planetária. Dessa forma, “a Astrobiologia coloca, em uma perspectiva da vida no Universo como um todo, a responsabilidade da humanidade com o cuidado da Terra assim como de outros mundos” (Ferreira, 2017, p. 2).

Considerando a importância da valorização e cuidado planetário, o *NASA Astrobiology Roadmap* (Des Marais, 2008) determina que a Astrobiologia possibilita o incentivo com o cuidado planetário, a fim de proteger a Terra contra a contaminação biológica e o reconhecimento das decisões éticas e morais da exploração espacial. A área também contribui para alcançar uma compreensão mais aprofundada da vida, imaginar o futuro dela no Universo e avaliar as implicações sobre a descoberta de outros organismos pelo Cosmos.

A importância de levar discussões como: “*de onde viemos?*” e “*para onde vamos?*” permite explorar uma prática educativa sustentável no sentido de compreender sobre o surgimento do Universo, dos planetas, da Terra e da vida (Ferreira, 2017).

5.3 Análise documental da Base Nacional Comum Curricular e do Currículo Paulista

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), aprovada pelo Parecer CNE/CP nº 15/2017, de dezembro de 2017, marcou uma trajetória de transformações políticas e curriculares na área educacional, surgindo como um instrumento normativo em substituição às Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) da década de 1990.

Os PCN foram os primeiros documentos curriculares oficiais lançados um ano após a Lei de Diretrizes e Bases (Brasil, 1996). Seu principal objetivo foi fornecer subsídios e auxiliar as equipes escolares na execução de seus trabalhos, sobretudo no desenvolvimento do currículo. Nos anos 2000, surgem os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), voltado à reforma curricular para a orientação do professor e na busca de novas abordagens e metodologias (Brasil, 2000).

Tanto os PCN como a BNCC, os documentos normativos visam promover o ensino de Ciências através de conteúdos curriculares que precisam ser ensinados e aprendidos a partir do desenvolvimento de habilidades e competências que percorrem por toda a Educação Básica. Com isso, o ensino deve ser contextualizado e significativo, em substituição da aprendizagem pautada na memorização e fragmentação dos conteúdos (dos Santos, 2023).

A BNCC, diferentemente dos PCN, é um documento federal oficial de caráter normativo, que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens para os alunos da Educação Básica (Brasil, 2017). Ela não deve ser considerada como um currículo em si, mas passa a nortear a elaboração curricular dos sistemas de ensino do país. Por ser considerada um documento oficial, seu objetivo é servir de base para a estruturação de propostas de ensino, portanto, é considerada como uma diretriz (Leite e Ritter, 2017).

A busca pela elaboração de uma base curricular não é recente. Seu marco legal é mencionado no artigo 210 da Constituição Federal Brasileira (Brasil, 1988) e retomado na LDB em seu artigo 26 (Brasil, 1996). O Programa Currículo em Movimento, promovido em 2009, buscou reerguer o debate e a iniciativa por um currículo comum. Já no ano de 2014, a promulgação do Plano

Nacional de Educação (PNE), que visava o estabelecimento de metas para a melhoria da Educação Básica, ganhou mais expressividade ao elaborar 4 metas associadas à BNCC.

O documento defende que a BNCC está pautada em princípios éticos, políticos e estéticos, que visam a formação integral humana e a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (Brasil, 2015). Considerando estes pressupostos, a sequência apresenta a análise da BNCC em duas etapas da Educação Básica: Ciências - Ensino Fundamental (Anos Finais) e Biologia - Ensino Médio.

5.3.1 Análise da BNCC: Etapa do Ensino Fundamental - Ciências da Natureza

Considerando os objetivos da pesquisa, foi realizada a análise curricular dos componentes de Ciências visando caracterizar a presença e a forma que o ensino de Astrobiologia assume frente a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Na etapa do Ensino Fundamental (Anos Finais), a área de Ciências da Natureza tem o compromisso de desenvolver o letramento científico, processos, práticas e procedimentos da investigação científica e o acesso à diversidade de conhecimentos científicos. No documento, encontram-se práticas pedagógicas associadas ao ensino de Astrobiologia, como “[...] debater e tomar posições sobre (...) a manutenção da vida na Terra” (Brasil, 2018, p. 321).

Em relação às competências específicas da área das Ciências da Natureza do Ensino Fundamental, não foram encontradas competências associadas diretamente à Astrobiologia. No geral, o texto cita a importância de estimular os estudantes a analisar os fenômenos naturais, sociais e tecnológicos; a formulação de perguntas e construção de argumentos baseados em evidências; o uso ético e crítico das tecnologias digitais; a atuação responsável e colaborativa frente aos desafios contemporâneos; a criação de soluções sustentáveis e responsáveis em relação aos problemas da atualidade; à compreensão do conhecimento científico como um empreendimento humano que é provisório, cultural e histórico, entre outras competências (Brasil, 2018).

Apesar de não explicitar diretamente a relação com a Astrobiologia, torna-se importante ressaltar aos estudantes que o conhecimento científico é aberto, ou seja, está sujeito a transformações, reformulações e evoluções ao longo do tempo (Gil-Pérez *et al.*, 2001). Um exemplo é a própria Astrobiologia, que surgiu recentemente em meio ao avanço da tecnologia e exploração espacial e de estudos que abrangem a origem da vida.

Conhecer o passado histórico e a origem do conhecimento, como a Astrobiologia, faz os alunos reconhecerem que os questionamentos e as curiosidades fazem parte da construção de um conceito científico, relacionados a diversos contextos externos: sociais, políticos e pessoais (Nascimento e Carvalho, 2011), habilidades e competências vinculadas diretamente ao contexto da BNCC.

Nos anos finais do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza é dividida em três Unidades Temáticas (UT): 1) Matéria e Energia; 2) Vida e Evolução e 3) Terra e Universo. A UT “Vida e Evolução” apresenta relação com a temática astrobiológica, visto que, segundo o documento (Brasil, 2018, p. 326):

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

Ao estudar Astrobiologia, um dos passos primordiais é caracterizar e definir o que é a vida, como ela surgiu, evoluiu e quais são as condições que permitem a sua existência e diversidade, tanto na Terra quanto em outros planetas.

A terceira UT, intitulada “Terra e Universo”, apresenta um enfoque astronômico a partir do ensino sobre a Terra, o Sol e de outros corpos celestes, tal como suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. No entanto, o texto cita sobre o estudo das zonas habitáveis e as condições necessárias para a manutenção da vida no planeta Terra, como o fenômeno do efeito estufa e a camada de ozônio.

Dessa forma, propõe-se a compreensão da Terra como um planeta singular em meio ao Sistema Solar e ao Cosmos. Identificar e analisar, portanto, as características planetárias — como atmosfera, composição química, presença de água e distância do Sol — contribui diretamente para a compreensão dos fatores que tornam um planeta habitável, temas associados diretamente à Astrobiologia.

De acordo com a BNCC, as UTs devem ser consideradas através de uma perspectiva de continuidade das aprendizagens e da integração com seus objetos de conhecimento, a fim de que estes não sejam trabalhados de forma isolada e fragmentada durante os anos de escolarização. Esta integração se baseia em temáticas associadas à sustentabilidade socioambiental, à saúde, à tecnologia e ao ambiente (Brasil, 2018).

Considerando o componente curricular de Ciências do Ensino Fundamental (Anos Finais), foram selecionadas as UTs, Objetos de Conhecimento (OC) e Habilidades Curriculares (HC) que apresentam relação com os conhecimentos e eixos temáticos em Astrobiologia, como apresentados no Quadro 3.

Quadro 4 — Componente curricular de Ciências do Ensino Fundamental (Anos Finais) estabelecidos pela BNCC.

Ano	Unidade Temática (U.T)	Habilidade Curricular (H.C)	Objeto de Conhecimento (O.C)
6º ano	Vida e Evolução	(EF06CI05) Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos.	Célula como unidade da vida
7º ano	Terra e Universo	(EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas.	Composição do ar Efeito estufa Camada de ozônio
		(EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.	

		(EF07CI14) Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação.	
9º ano	Terra e Universo	(EF09CI16) Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.	Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo Vida humana fora da Terra
		(EF09CI17) Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.	

Brasil (2018)

Considerando a temática astrobiológica, foram identificadas HCs e OCs que abrangem conhecimentos que sustentam a área, como por exemplo, a Biologia Celular, abordada no 6º ano. Ao falar sobre vida e organismos, um dos pontos principais é associado a sua estrutura celular. Para a NASA, a vida é considerada um sistema químico autossustentado, capaz de se reproduzir e sofrer evolução darwiniana. Já Galante *et al.* (2016, p. 126) apresenta a ideia de que um ser vivo é definido por três características principais:

- 1. Compartimentalização:** Todos organismos vivos existentes, possuem alguma forma de fazer sua separação do meio em que está presente, as células utilizam-se de membranas lipídicas; os vírus de capsídeos proteicos, com a importante função em se concentrar, em seu interior, as moléculas que são necessárias para seu funcionamento.
- 2. Informação:** O organismo deve possuir em si toda uma informação, resultando em variabilidade genética, necessária para sua manutenção e continuidade através de seus descendentes.
- 3. Metabolismo:** O organismo vivo deve ser capaz de realizar as reações químicas necessárias para garantir sua sobrevivência e reprodução.

Deste modo, a compartimentalização, a informação e o metabolismo correspondem às funções fundamentais das células, das quais são consideradas como unidade básica e funcional dos seres vivos (com exceção dos vírus). Ao compreender sobre a Biologia Celular e as principais características e funcionalidades das células, é possível aprofundar o

conhecimento sobre a busca de outras formas de vida com base na estrutura biológica que compõem a biodiversidade da Terra.

Ainda considerando o 6º ano, Chefer (2024) identificou na unidade temática *Matéria e Energia* outros temas prévios essenciais para o entendimento de conceitos associados ao estudo da vida no Universo, como transformações químicas, misturas de materiais e estrutura da matéria.

No 7º ano, encontram-se temas relacionados ao equilíbrio termodinâmico do planeta. Entre eles, é trabalhado o efeito estufa, um fenômeno responsável pela manutenção da vida terrestre, sustentando a temperatura média planetária em torno de 15°C e mantendo a água em estado líquido, condições favoráveis para a biodiversidade e equilíbrio climático da Terra (Chefer, 2024). Apesar do efeito estufa estar em debate devido sua associação com as mudanças climáticas e o aquecimento global, torna-se importante ressaltar que o fenômeno vem se intensificando pelas ações antrópicas, no entanto, sua existência garante que os gases, como vapor d'água e gás carbônico, sejam essenciais para as condições de sobrevivência da vida terrestre.

Ao comparar a Terra com outros planetas, por exemplo, é possível identificar o efeito estufa intensificado em Vênus, que possui uma temperatura superficial mais alta do que a de Mercúrio, embora esteja mais distante do Sol que este. A grande quantidade de gás carbônico na atmosfera de Vênus permite maior absorção da radiação infravermelha do Sol, causando como consequência o aquecimento da temperatura. A Terra, pelo contrário, apresenta uma quantidade de gás carbônico reduzida, consequência da própria existência de vida e biodiversidade no planeta (Oliveira Filho e Saraiva, 2014).

Outro tema relacionado às condições de habitabilidade, encontra-se a camada de ozônio, associada ao equilíbrio físico-químico da atmosfera e à proteção contra os raios ultravioleta nocivos à vida terrestre. Sua destruição ou diminuição pode acarretar em mudanças climáticas, impactos na fotossíntese e aumento de mutações genéticas (de Souza, 1985), afetando diretamente a vida planetária.

Galante *et al.* (2016) considera que o estudo da Astrobiologia passou a se expandir a partir do momento em que a comunidade científica percebeu que

a busca de vida extraterrestre deveria ser orientada pelo conhecimento desenvolvido sobre a vida do próprio planeta. Portanto, ao compreender o fenômeno do efeito estufa e seus impactos na vida terrestre, é possível extrapolar nosso conhecimento biológico, físico e químico para as condições de habitabilidade que transcendem nosso Sistema Solar.

A BNCC explicita a aprendizagem progressiva de habilidades dos estudantes, trazendo de início o ensino sobre a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos. Sendo assim, os estudantes passam a ser introduzidos a certas características de organismos no 6^a ano, apesar de não trabalhar diretamente com a questão “o que é vida?”, visto que se trata de uma definição complexa, que vai muito além da Biologia Celular. Sendo assim, a Astrobiologia pode estar presente nos diferentes conteúdos das disciplinas de Ciências e Biologia, visto que a origem da vida requer a consideração de fatores químicos, físicos e biológicos, como por exemplo a Biologia Celular e a Teoria da Evolução (Klock, 2023).

Com as mudanças trazidas pela BNCC, o tema astrobiológico ficou mais evidente no Ensino Fundamental, principalmente no 9^o ano de Ciências. Klock (2023) considera que estas transformações possibilitam abordar questões fundamentais como a origem do Universo e na Terra, a existência de vida em outros locais no Universo e a busca por novas formas de vida extraterrestre. Tais conhecimentos também se alicerçam a outros conteúdos e objetos de conhecimento presentes no Ensino Fundamental, como transformações químicas, estrutura da matéria, radiações e suas aplicações à saúde, hereditariedade, ideias evolucionistas etc.

Dessa forma, a análise curricular do componente de Ciências do Ensino Fundamental (Anos Finais), à luz da BNCC, evidenciou que, embora a Astrobiologia não seja explicitamente mencionada como campo científico, seus pressupostos estão presentes de forma transversal em diferentes UTs, especialmente em *Vida e Evolução e Terra e Universo*, dando destaque especialmente ao nono ano, que aborda o conteúdo de forma mais abrangente e articulada com os conhecimentos astrobiológicos.

5.2.2 Análise da BNCC: Etapa do Ensino Médio - Ciências da Natureza e suas Tecnologias

A segunda etapa de análise curricular buscou caracterizar a presença e a forma que o ensino de Astrobiologia é abordado no componente de Biologia referente ao primeiro e segundo ano do Ensino Médio.

A etapa final da Educação Básica consolida-se a partir do Ensino Médio, com duração de cerca de três anos. Segundo a BNCC (2018), os objetivos deste ciclo são 1) garantir a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental; 2) possibilitar a permanência dos estudantes na escola; atender às necessidades de formação geral indispensáveis ao exercício da cidadania; 3) construir aprendizagens articuladas às necessidades e os interesses dos alunos e 4) fornecer subsídios para que estes possam lidar com os desafios da sociedade contemporânea.

Na etapa do Ensino Médio, as Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) dão ênfase na relação entre Ciência e Tecnologia e na solução de problemas por meio de conhecimentos e procedimentos científicos (Brasil, 2018). O documento pressupõe a integração entre as disciplinas de Biologia, Física e Química a partir de eixos temáticos, habilidades e competências que abrangem o estudo fenômenos naturais e processos tecnológicos; a análise de situações-problemas, interpretações sobre a dinâmica da vida da Terra e do Cosmos, aplicações e implicações do conhecimento científico e tecnológico na sociedade (Chefer e Oliveira, 2023; Brasil, 2018).

Chefer e Oliveira (2018) consideraram que, ao mobilizar as habilidades apresentadas na BNCC e incorporá-las aos conhecimentos científicos sobre a natureza viva, suas relações com o ambiente, seus limites e condicionantes a partir de uma perspectiva cósmica, o ensino remete-se aos pilares da Astrobiologia.

Dessa maneira, a BNCC (2018) propõe o aprofundamento das Unidades Temáticas (UTs) *Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo*, a fim de que os conhecimentos possibilitem aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema em diferentes contextos, além de compreender e interpretar

leis, teorias e modelos a fim de aplicá-los na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais.

A Unidade Temática *Vida, Terra e Cosmos* é resultado da articulação das unidades *Vida e Evolução* e *Terra e Universo* do Ensino Fundamental e ganha destaque no Ensino Médio a partir de uma perspectiva astrobiológica. Segundo o documento da BNCC (Brasil, 2018, p. 549):

[...] propõe-se que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em particular dos seres humanos), do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente. Isso implica, por exemplo, considerar modelos mais abrangentes ao explorar algumas aplicações das reações nucleares, a fim de explicar processos estelares, datações geológicas e a formação da matéria e da vida, ou ainda relacionar os ciclos biogeoquímicos ao metabolismo dos seres vivos, ao efeito estufa e às mudanças climáticas.

O texto apresenta propostas diretamente relacionadas aos conhecimentos astrobiológicos, destacando o estudo sobre a origem e evolução da vida, tal como os processos metabólicos dos seres vivos, a diversidade biológica e sua relação com o meio ambiente. Já em uma perspectiva planetária e astronômica, considera-se a formação e evolução da Terra e do Universo, podendo trazer elementos fundamentais da Astrobiologia, como: processos geológicos e bioquímicos que possibilitaram/possibilitam o surgimento da vida; condições estelares que influenciam na habitabilidade; formação e morte de estrelas que possibilitam irradiar matéria orgânica pelo Universo, entre outras possibilidades.

Considerando os pressupostos apresentados, a BNCC em articulação com as competências gerais da Educação Básica e com a área das Ciências da Natureza do Ensino Fundamental, a CNT deve garantir aos estudantes do Ensino Médio o desenvolvimento de três competências específicas, das quais cada uma é relacionada com habilidades a serem alcançadas em cada etapa (Quadro 5).

Quadro 5 — Competências específicas das Ciências da Natureza na etapa do Ensino Médio apresentadas pela BNCC.

Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio
1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

(Brasil, 2018)

Dentre as Competências Específicas do Ensino Médio, apenas a de número 1 e 2 demonstraram ter relação direta com os conhecimentos que englobam a Astrobiologia. Devido ao grande número de habilidades a serem desenvolvidas em ambas Competências Específicas, foram selecionadas aquelas que apresentam alguma associação direta ou indireta com o ensino dos eixos temáticos em Astrobiologia apresentados anteriormente. Dessa forma, a associação entre a Competência Específica 1 e 2 e suas respectivas habilidades curriculares foram organizadas e apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 — Competências específicas e suas respectivas habilidades curriculares das Ciências da Natureza na etapa do Ensino Médio apresentadas pela BNCC.

Competência Específica	Habilidades Curriculares das Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio
1	(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidades, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

2	<p>(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.</p>
	<p>(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>
	<p>(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.</p>
	<p>(EM13CNT209) Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>

(Brasil, 2018)

A Biologia encontra-se inserida na área de CNT, juntamente com Física e Química, portanto, a BNCC não orienta de forma específica como os conteúdos, habilidades e competências devem ser abordados na disciplina. Tal justificativa se deve ao documento estabelecer a integração dos conhecimentos entre as disciplinas, no entanto, Landim *et al.* (2017) citam que não são dadas condições para a efetiva integração dos conteúdos, o que torna, como consequência, um discurso inócuo.

Na Competência Específica 2, a partir da temática *Vida, Terra e Cosmos*, são mobilizados conhecimentos como: origem e evolução da vida; biodiversidade; condições necessárias para a vida; astronomia; evolução estelar; origem e extinção de espécies; evolução biológica, ciclos biogeoquímicos e sua relação com o metabolismo dos seres vivos (Brasil, 2018). O documento também cita o termo “exobiologia”, antiga nomenclatura até 1998, ano em que a National Aeronautics and Space Administration (NASA) alterou o “exo” pelo “astro” (Galante *et al.* 2016). Torna-se necessário ressaltar que, devido a dificuldade de detectar sinais de vida fora da Terra e não apresentar um objeto de estudo extraterrestre, o termo Exobiologia não é mais utilizado atualmente (Quillfeldt, 2010).

Dessa forma, os conteúdos perpassam as áreas de Astronomia, Geologia, Química e Física, integrados diretamente com a Biologia em uma perspectiva voltada à origem da vida, sua evolução e biodiversidade.

No Ensino Médio, a BNCC propõe o enfoque na tecnologia e na ciência através da contextualização cultural, social e história de suas transformações ao longo do tempo. De acordo com o documento:

Na mesma direção, a contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura (Brasil, 2018, p. 550).

A Astrobiologia, como uma ciência concreta, pode ser inserida neste contexto pedagógico, visto que desde os tempos mais remotos a humanidade se pergunta: *Da onde viemos? Para onde vamos? Como a vida surgiu e evoluiu?* Nesse sentido, a busca pela vida no Universo não evoluiu de forma linear dentro do campo científico. Na verdade, a área transcorreu por diferentes transformações, evoluções tecnológicas e descobertas nas áreas como Química, Biologia, Astronomia e Geologia.

Da Silva e De Queirós (2022) consideram que ao longo da história, o empreendimento científico e tecnológico permitiu o estudo e aprofundamento dos conhecimentos sobre o Universo, o planeta e a vida terrestre. Com isso, ampliou-se o conhecimento sobre os processos naturais dos quais atualmente podem ser trabalhados e inseridos no Ensino de Ciências.

Segundo a BNCC (Brasil, 2018), a área de CNT deve proporcionar a compreensão do mundo e do fazer científico, o uso de terminologias e conceitos específicos da área, a divulgação científica e o uso de mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Tem-se como proposta implementar atividades de intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos e princípios éticos e socioambientalmente responsáveis.

Longuinhos (2020) cita que a BNCC traz, mesmo de forma implícita, a necessidade de inserir a Astrobiologia como tema transversal a fim de ampliar a compreensão da vida da Terra e as condições ideais para a sua manutenção, seja no planeta ou fora dele. Para o autor, essas ações permitem melhorar a qualidade da educação básica do Brasil, em especial a rede pública de ensino, visto que o Ensino Médio vem apresentando resultados cada vez mais insatisfatórios em avaliações em massa, como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) e os resultados bianuais do Índice de Desenvolvimento do Ensino Básico (IDEB), do qual é utilizado para avaliar a qualidade do ensino e aprendizagem das escolas do país.

Desse modo, a BNCC propõe o aprofundamento das temáticas *Vida, Evolução, Terra e Universo*, das quais são unificadas na unidade *Vida, Terra e Cosmos* a fim de que o estudante do Ensino Médio seja capaz de aprender sobre a complexidade de modelos referentes à origem e evolução da vida (Gonçalves *et al.*, 2021; Santos, 2022).

5.4 Vinculações com a BNCC e o Currículo Paulista

Com base no conjunto dos temas astrobiológicos selecionados a partir do livro *Astrobiologia: uma ciência emergente*, foi elaborado um quadro relacionando os conhecimentos científicos e os conteúdos curriculares em Astrobiologia presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no Currículo Paulista (CP) das disciplinas de Ciências (Ensino Fundamental) e Biologia (Ensino Médio) (Quadro 7).

Quadro 7 — Vinculação dos eixos temáticos de Astrobiologia com os conteúdos curriculares de Ciências apresentados na BNCC e Currículo Paulista na etapa Ensino Fundamental (Anos Finais).

Ano	Habilidade curricular	Objeto de Conhecimento Curricular	Associação com os eixos temáticos da Astrobiologia
6º ano	(EF06CI05) Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos.	Célula como unidade da vida	A origem e evolução da vida A química da origem da vida

7º ano	(EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas.	Composição do ar Efeito estufa Camada de ozônio	Zonas habitáveis A química da origem da vida
	(EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.		
	(EF07CI14) Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação.		
9º ano	(EF09CI16) Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.	Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo Vida humana fora da Terra	Exploração espacial Busca de vida fora da Terra e além do Sistema Solar O futuro da vida no planeta Terra
	(EF09CI17) Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.		

São Paulo (2019)

Conteúdos relacionados de forma direta ou indireta sobre a Astrobiologia são contemplados na etapa dos Anos Finais do Ensino Fundamental, exceto no 8º ano. De forma introdutória para o 6º ano, o componente curricular de Ciências apresenta o conteúdo sobre a unidade básica e funcional da vida: a célula. Tal conhecimento associa-se de forma indireta com a Astrobiologia, visto que seu objeto de estudo é a vida na Terra, tal como organismos unicelulares ou

pluricelulares. Para compreender a complexidade das células, os alunos devem reconhecer suas principais estruturas, função e composição química.

No 7º ano, os temas astrobiológicos são abordados em uma perspectiva diferente, propondo o estudo das condições ambientais necessárias para a sobrevivência dos organismos no planeta Terra, como os fenômenos do efeito estufa e a camada de ozônio. Dessa forma, são mobilizados os conhecimentos sobre as zonas habitáveis e a química da vida, visto que os organismos necessitam de determinadas condições geológicas, atmosféricas, químicas e físicas para a manutenção de sua sobrevivência.

Por último, o 9º ano apresenta habilidades, conteúdos e objetos de conhecimento associados diretamente com a Astrobiologia. Em Ciências, a habilidade da BNCC propõe estudos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, tal como nas viagens espaciais, as condições necessárias à vida e a análise dos processos estelares e seus impactos na Terra. Nas próximas etapas da dissertação, serão analisados os materiais didáticos das respectivas habilidades curriculares citadas.

Em sequência, o Quadro 8 apresenta informações relacionadas aos conteúdos curriculares de Biologia em conjunto com as possibilidades de associação aos eixos temáticos de Astrobiologia na etapa do Ensino Médio. As informações referem-se ao ano letivo de 2024, a partir do escopo-sequência do Currículo Paulista.

Quadro 8 — Vinculação dos eixos temáticos de Astrobiologia com os conteúdos curriculares de Biologia apresentados na BNCC e Currículo Paulista na etapa do Ensino Médio.

Ano	Habilidade curricular	Objeto de Conhecimento Curricular	Associação com os eixos temáticos da Astrobiologia
1º ano	(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a	Metabolismo energético (respiração celular)	A química da origem da vida

	preservação da vida em todas as suas formas.		
	(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidades, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.	Efeito estufa (manutenção da vida)	Zonas habitáveis
	(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.	Teorias científicas sobre a origem da vida Teorias científicas sobre evolução	A origem e evolução da vida
	(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).	Eucariontes e procariontes	A química da origem da vida

São Paulo (2020)

Dentre as Habilidades Curriculares (HCs) apresentadas, o CP do Ensino Médio não citou a *EM13CNT209 Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros, associada à Competência Específica 2. A habilidade apresenta grande correlação com a Astrobiologia, como a distribuição de elementos químicos no Universo, a formação dos sistemas solares e planetários e, o principal: as possibilidades de existência de vida no Cosmos. Com isso, encontra-se uma falha na vinculação do CP com a BNCC, uma vez que todas as competências e habilidades estabelecidas pelo documento normativo federal apresentam as aprendizagens essenciais que*

devem ser desenvolvidas de forma orgânica e progressiva ao longo da Educação Básica (Brasil, 2018).

Entre os principais desafios do Ensino Médio, encontra-se a baixa carga horária da disciplina de Biologia, sendo restrita somente ao primeiro e segundo ano devido a homologação do Novo Ensino Médio (NEM). A atual configuração prevista pela Lei 13.415/2017 (Brasil, 2017) é consequência de uma reforma educacional onde se instituiu uma Base Curricular Comum e os itinerários formativos. A reforma trouxe mudanças drásticas, como exclusão de disciplinas ou redução de carga horária. Na grade curricular atual, a Biologia não encontra-se presente no terceiro ano do Ensino Médio paulista. Como forma de “compensação”, apenas os alunos inscritos ao itinerário formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias apresentam em sua grade curricular a disciplina de Biotecnologia.

Cássio e Goulart (2022) citam que o NEM é uma fragmentação da educação, tornando a aprendizagem escolar superficial, precarizada. Como consequência, dificulta ainda mais o acesso ao ensino superior e barateia a qualificação profissional dos jovens. A redução da carga horária de disciplinas importantes, como a Biologia, passa a ser substituída por componentes do itinerário formativo ou outras disciplinas recém implementadas, como Projeto de Vida.

De maneira geral, os principais conteúdos associados aos temas astrobiológicos estão presentes no primeiro ano do Ensino Médio, dos quais são abordados conhecimentos sobre Biologia Celular e os processos metabólicos para a sobrevivência da célula; as condições ambientais para a manutenção da vida terrestre e teorias científicas sobre a origem da vida e sua evolução.

Outro tema abordado refere-se à manutenção da temperatura do planeta a partir do efeito estufa. Ao falar sobre o fenômeno, os estudantes têm a oportunidade de estudar sobre os sistemas térmicos responsáveis pela absorção da radiação infravermelha. Graça aos gases de efeito estufa (GEE's), como vapor d'água, clorofluorcarbono (CFC), ozônio (O₃), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂) e dióxido de carbono (CO₂) garantem o aquecimento da superfície terrestre que, caso não existisse, a vida como conhecemos não seria possível (Silva e Paula, 2009).

No segundo ano, apesar de não ser apresentado no Quadro 8, a Astrobiologia é contemplada ao estudar sobre as radiações e suas consequências. No espaço, o ser humano pode enfrentar grandes desafios à saúde e sobrevivência do corpo, como a microgravidade e a exposição à radiação cósmica. O ambiente espacial está repleto de raios radioativos oriundos do Sol, dos quais não somos afetados por conta das condições de habitabilidade terrestre, como o campo magnético (Bertussi, 2016). De antemão, foi verificado no material digital que não houve abordagem em relação à radiação cósmica durante as viagens espaciais, por tanto, as aulas não foram integradas na análise.

De forma geral, a Astrobiologia foi contemplada de forma mais abrangente somente no primeiro ano do Ensino Médio, em específico no 3º bimestre, ao abordar principalmente teorias científicas sobre a origem da vida, tais como 1) Panspermia cósmica; 2) Evolução química; 3) Abiogênese e 4) Biogênese. Ademais, o escopo-sequência de 2024 determina os conteúdos e conceitos associados à Terra Primitiva, Teoria de Oparin e Haldane e o Experimento de Urey e Miller. Por fim, são trabalhados sobre a evolução da vida a partir da comparação e análise das teorias de Lamarck e Darwin. A análise detalhada dos materiais referente às aulas encontra-se no tópico 5.9.

5.5 Vinculação dos temas astrobiológicos com o Material Digital do Estado de São Paulo - Etapa do Ensino Fundamental (Anos Finais)

Após a análise dos documentos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e do escopo-sequência do Currículo Paulista (CP) foi realizada a pesquisa exploratória-descritiva dos materiais pedagógicos (material digital) oferecidos no repositório institucional do Centro de Mídias do Estado de São Paulo (CMSP). As aulas selecionadas foram divididas entre as etapas do Ensino Fundamental (Anos Finais) e Ensino Médio, das quais foram identificados conteúdos que apresentassem relevância e relações diretas com os eixos temáticos de Astrobiologia.

Após o acesso ao repositório do CMSP, foi realizada a leitura flutuante do título das aulas do 1º ao 4º bimestre de 2024. As aulas que apresentaram

associação às habilidades curriculares e aos objetos de estudo da Astrobiologia (Quadro 9) foram selecionadas para posteriormente a realização do *download* dos arquivos em formato de pdf. Em sequência, realizou-se a leitura aprofundada de cada aula, a fim de realizar a análise do material e posteriormente as inferências observadas pela pesquisadora.

Quadro 9 — Aulas e habilidades curriculares associadas à Astrobiologia na disciplina de Ciências selecionadas para a análise de conteúdo.

Série/Ano	Bimestre	Habilidade curricular	Número e Título da aula
6º ano	2º	(EF06CI05) Identificar a organização básica da célula por meio de imagens impressas e digitais, de animações computadorizadas e de instrumentos ópticos, reconhecendo-a como unidade estrutural e funcional dos seres vivos unicelulares e pluricelulares na perspectiva da História da Ciência.	01 - Os seres vivos e os elementos não vivos
			02 - Célula e teoria celular
			09 - Seres unicelulares
7º ano	4º	(EF07CI13A) Identificar e descrever o mecanismo natural do efeito estufa e seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra.	07 - Efeito estufa
			08 - Efeito estufa e emissão de gases poluentes
			09 - O papel do efeito estufa para o desenvolvimento da vida na Terra
9º ano	4º	(EF09CI16) Pesquisar e selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas, nas distâncias e tempo envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.	17 - Exploração espacial: turismo no espaço
			20 - A importância da água para a vida
			21 - Condições para a existência de vida na Terra
			22 - Astrobiologia

CMSP (2024)

Tanto as séries do 6º e 7º ano, foram identificados temas indiretos associados à Astrobiologia, ou seja, assuntos que não estudam diretamente a vida em si na Terra e no Universo, mas contribuem para a compreensão das condições necessárias para que ela surja e se mantenha no planeta. Diferentemente, o 9º ano apresenta temas astrobiológicos que tratam

diretamente da vida no contexto cósmico e as condições para que ela exista tanto na Terra como em outras luas e planetas.

5.4.1 Descrição das aulas de Ciências do 6º ano dos Anos Finais do Ensino Fundamental

Foram selecionadas três aulas de Ciências do 2º bimestre de 2024, disponibilizadas no Centro de Mídias do Estado de São Paulo (CMSP) para a análise de seus objetos de conhecimento, objetivos e atividades pedagógicas.

5.4.2 Aula 1: Os seres vivos e os elementos não vivos

A aula 1, intitulada “Os seres vivos e os elementos não vivos”, apresenta como conteúdo três tópicos principais: 1) seres vivos; 2) elementos não vivos e 3) fatores bióticos e abióticos. O objetivo da aula é descrito como *Identificar características que diferenciam seres vivos e elementos não vivos no ambiente*.

A introdução do conteúdo apresenta o conceito de ser vivo, do qual citam determinadas características, como: 1) a presença de células; 2) a capacidade de crescimento e desenvolvimento; 3) o metabolismo; 4) a necessidade da nutrição e respiração; 5) a capacidade de reproduzir-se e a resposta aos estímulos ambientais. Entre os tópicos abordados, é citado o caso do vírus, no qual determinados estudos consideram que este não deve ser considerado um ser vivo devido a ausência de células e metabolismo. Ao final da aula, é citado sobre a composição do ambiente ser formado por seres vivos (fatores bióticos) e não-vivos (fatores abióticos), evidenciando as principais diferenças entre os componentes.

Para finalizar a aula, as atividades disponibilizadas no tópico *Na Prática* foram um estudo de campo sobre os fatores bióticos e abióticos e uma roleta de com questões sobre o conteúdo a partir do aplicativo WordWall (Figura 6).

Figura 6 — Conteúdos e atividades da aula de Ciências “Os seres vivos e os elementos não vivos”, do 6º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).

The figure displays a lesson plan for the 6th grade of Elementary School (Anos Finais) in the subject of Sciences. The main topic is "Os seres vivos e os elementos não vivos" (Living beings and non-living elements). The lesson is the first of the second semester.

Foco no conteúdo (Content Focus): The topic is "Organização celular" (Cellular organization). The text states: "Todos os seres vivos, com exceção dos vírus, são formados por **CÉLULAS**. Célula é a unidade básica que caracteriza os seres vivos. Estudaremos a célula com mais detalhes, mais a diante." (All living beings, except for viruses, are formed by **CELLS**. Cell is the basic unit that characterizes living beings. We will study the cell with more details, more ahead.) An image shows a human cell viewed through a microscope lens.

Na prática (In practice): The activity is titled "Mão na massa" (Hands on) and lasts 15 minutes. The text says: "Com a orientação do docente, você irá fazer um **estudo de campo**:" (With the teacher's guidance, you will do a **field study**):

1. Observe o ambiente ao redor da escola e identifique todos os seres vivos e os elementos não vivos que o compõem.
2. Descreva o ambiente que você está observando, registrando no seu caderno as características do que você encontrou nele. Você pode registrar suas observações combinando escrita, fotos ou até mesmo desenhos.
3. Confeccione, com os colegas, um grande mural com todos os registros encontrados por cada um dos estudantes da turma.

Metabolismo (Metabolism): The text explains: "Chamamos de metabolismo o conjunto de reações químicas que acontece no corpo dos seres vivos, que possibilita que eles cresçam e se desenvolvam. As reações químicas do metabolismo acontecem em todos os seres vivos, portanto, não é algo exclusivo dos seres humanos." (We call metabolism the set of chemical reactions that occurs in the bodies of living beings, which allows them to grow and develop. Chemical reactions of metabolism occur in all living beings, therefore, it is not something exclusive of humans.) An image illustrates various chemical reactions in a human body.

CMSP (2024)

5.4.3 Aula 2: Célula e Teoria Celular

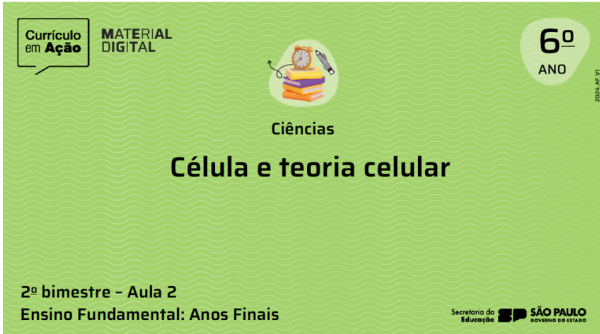
A aula 2, intitulada “Célula e Teoria Celular” buscou abordar sobre a estrutura básica da célula, a teoria celular e a introdução à microscopia. Entre os principais temas associados à Astrobiologia, os objetivos apontados foram: 1) *Reconhecer que a célula é a unidade estrutural e funcional dos seres vivos* e 2) *Conhecer como a célula foi descoberta e sua estrutura básica*.

O conteúdo apresentado tem foco em dois tópicos principais: a célula e o dispositivo microscópico. Sobre as células, o material expõe sua função e importância como unidade funcional e estrutural dos organismos. Em sequência, o conteúdo dedica-se a uma parte histórica da descoberta da célula pelo cientista Robert Hooke, enfatizando a importância do microscópio e a criação da Teoria Celular.

Novamente, o material apresenta uma imagem contendo informações sobre a estrutura básica da célula, sendo esta composta por material genético, membrana plasmática e citoplasma (Figura 7). As outras informações e atividades foram destinadas às discussões sobre o vírus ser classificado ou não como um ser vivo e ao funcionamento do microscópio. O tópico do *slide Na*


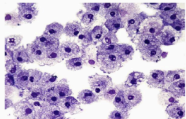
prática apresentou um aplicativo que dava acesso a um microscópio virtual, onde os alunos teriam a possibilidade de visualizar células e manusear o equipamento *online*.

Figura 7 — Conteúdos da aula de Ciências “Célula e teoria celular”, do 6º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).



Foco no conteúdo

A célula é a menor estrutura capaz de realizar processos que mantêm o funcionamento de um organismo. Por isso, dizemos que a **célula é a unidade estrutural** (dá estrutura ao corpo dos seres vivos) e **funcional** (contém em seu interior todos os elementos necessários para realizar as funções vitais) que constitui todos os seres vivos.

Visão ampliada de um ser formado por uma única célula.

Aglomerado de células observado por microscópio.

Foco no conteúdo

TEORIA CELULAR

3 Pilares

Todos os seres vivos são formados por células.

A célula é a unidade funcional dos seres vivos.

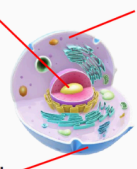
Toda célula origina-se de uma outra célula. Ou seja, elas se dividem.

Foco no conteúdo

Há muitos tipos de células, mas todas apresentam uma estrutura básica formada por:

MATERIAL GENÉTICO: responsável pela manifestação das características hereditárias de um ser vivo.

CITOPLASMA: líquido viscoso que preenche a célula e abriga as organelas (diferentes estruturas celulares).



MEMBRANA PLASMÁTICA: envolve a célula e controla o que entra e sai do seu interior.

CMSP (2024)

5.4.4 Aula 9: Seres Unicelulares

A terceira e última aula selecionada foi a de número 9 com o título “Seres unicelulares”. O objetivo definido pelo material foi “*Reconhecer as características dos seres unicelulares*”.

Logo de início, a aula apresenta questionamentos sobre a Terra Primitiva e o surgimento do primeiro ser vivo, a fim de instigar a curiosidade e reflexão dos alunos. Foi apresentado as principais características do planeta no passado, como as altas temperaturas e a atmosfera primitiva, condições ambientais associadas ao surgimento das primeiras células.

O *slide* também cita e expõe uma imagem sobre os estromatólitos, definidos como estruturas rochosas com colônias antigas de microrganismos e que são considerados uma das primeiras formas de vida do planeta. Dando

continuidade ao conteúdo, o material digital expõe sobre o surgimento dos primeiros seres procariontes unicelulares há cerca 3,5 bilhões de anos atrás e sua semelhança com as bactérias atuais. Dando sequência ao conteúdo, o material apresenta sobre o surgimento dos primeiros eucariontes, que conseqüentemente promoveram células capazes de realizar processos metabólicos mais complexos e aumentar o sucesso de sobrevivência (Figura 8).

Figura 8 — Conteúdos e atividades da aula de Ciências “Seres unicelulares”, do 6º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).

Curriculo em Ação MATERIAL DIGITAL

6º ANO

Ciências

Seres unicelulares

2º bimestre - Aula 9
Ensino Fundamental: Anos Finais

Secretaria de Educação SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO

Para começar

Faça agora

Você já parou pra pensar em qual foi o primeiro ser vivo que surgiu na Terra? E como você acha que era o planeta Terra quando surgiu o primeiro ser vivo?

Discuta com seus colegas e compartilhe o que você pensa sobre isso.

A Terra primitiva era muito diferente da que habitamos hoje

Foco no conteúdo

As primeiras células

Existem hoje estruturas presentes em algumas praias chamadas de **estromatólitos**. Essas estruturas foram formadas com a deposição de sedimentos com o acúmulo de bactérias primitivas. O resultado é a formação de rochas com colônias de microrganismos que se acredita serem uma das primeiras formas de vida do planeta.

Estromatólitos em uma praia na Austrália

Foco no conteúdo

Os seres unicelulares

Com o surgimento da primeira célula, consideramos que surgiu também o primeiro ser vivo, um ser **unicelular** muito mais simples do que os atuais, que surgiu há 3,5 bilhões de anos. Os seres unicelulares são aqueles formados por uma célula. A célula é a unidade estrutural da vida, ou seja, todo ser vivo é constituído de, ao menos, uma célula.

Algas unicelulares vistas em microscópio ótico

CMSP (2024)

Para finalizar a aula, foi mencionado grupos de seres vivos unicelulares, como bactérias, protistas e fungos. Cerca de três atividades foram propostas: 1) uma discussão sobre a associação de microrganismos e doenças; 2) uma pesquisa sobre as diferenças entre células procariontes e eucariontes e, por último, 3) a divisão de três grupos para pesquisar e apresentar curiosidades sobre as bactérias, os protistas e os fungos.

5.4.5 Aspectos e análise geral das aulas de Ciências do 6º ano a partir de uma perspectiva astrobiológica

Referente a aula 1, a análise revelou uma base inicial para o estudo do conceito de ser vivo, objeto de estudo da Astrobiologia. No entanto, trata-se de conteúdos simplificados e introdutórios para que os alunos reconheçam as principais características dos organismos e os fatores abióticos necessários para sua sobrevivência, como por exemplo, a água líquida.

Verifica-se a presença de uma visão tradicional de ser vivo, da qual define os organismos por meio de uma lista de características e propriedades qualitativas (Silva *et al.*, 2017). Tal característica é presente frequentemente em livros didáticos, do qual o material foi elaborado a partir de três fontes principais: *Teláris* (Editora Ática, 2018), *Observatório de ciências* (Editora Moderna, 2018) e *Ciências, vida & universo* (Editora FTD, 2022).

Retomando o conteúdo, o material digital define as características dos seres vivos baseado na presença de células; na capacidade de crescimento e desenvolvimento; no metabolismo; na necessidade da nutrição e respiração; na capacidade de reproduzir-se e na resposta aos estímulos ambientais. Ao comparar referencial teórico *Astrobiologia: uma ciência emergente de Galante et al.* (2016), verifica-se algumas diferenças em relação ao conceito de vida utilizado pelos autores. Segundo o livro, a vida terrestre pode ser simplificada em três componentes principais: 1) *compartimentalização*: todo organismo vivo possui uma maneira de se separar do meio que o circunda; 2) *informação*: para manutenção, continuidade e reprodução e 3) *metabolismo*: capacidade de realizar as reações químicas necessárias para garantir sua sobrevivência e reprodução.

Para El-Hani e Videira (2000), a compreensão essencialista de *ser vivo* deve ser substituída a partir da definição da vida como um fenômeno universal, tal como a existência de outros metabolismos ou formatos de material genético que vão além do DNA, dos quais podem estar presentes em outros planetas. Ainda assim, trata-se de um assunto complexo para alunos que iniciam a segunda etapa do Ensino Fundamental, mas do qual pode ser explorado através da imaginação e da curiosidade que determinam a possibilidade de outros componentes e mecanismos associados à vida pelo universo.

Na aula 3, o conteúdo se associou ao eixo temático “A química e origem da vida”, com ênfase na Terra Primitiva que, conseqüentemente, possibilitou o

surgimento dos primeiros organismos unicelulares. A partir da citação sobre os estromatólitos, os estudantes têm a oportunidade de reconhecer que há bilhões de anos atrás, os seres vivos surgiram em condições totalmente diferentes das atuais. Apesar disso, não foi citado que os organismos unicelulares fotossintetizantes foram os responsáveis por alterar a química da atmosfera primitiva, possibilitando o aumento dos níveis de oxigênio atmosférico e causando mudanças drásticas no sistema geológico (Galante *et al.*, 2016).

Com base nos objetivos propostos nas três aulas, é comum observar verbos genéricos como *Conhecer* e *Reconhecer*, o que pode dificultar a clareza em relação a ação cognitiva esperada do aluno e dificultar o processo de mensuração das avaliações.

Em relação às atividades das aulas, é observado que o material digital apresenta propostas utilizando recursos didáticos como aplicativos e *sites online*, evidenciando a expansão das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) no contexto escolar paulista. De acordo com Silva Junior (2018), estas ferramentas atuam como estratégias para enriquecer a aprendizagem dos alunos, modificar as aulas tradicionais e o paradigma vigente associado à escola tradicional. Santos *et al.* (2025) reforça que a educação está em constante transformação, exigindo que os docentes se capacitem no uso das tecnologias para as diferentes atividades pedagógicas. No entanto, considerando a realidade das escolas públicas do estado de São Paulo, é comum observar que a aplicação destes recursos é inviável devido à escassez de dispositivos digitais, como *notebooks* e computadores. Neste cenário, torna-se desafiador ao professor aplicar as atividades e seus recursos tecnológicos no ensino de Ciências. Ainda assim, foi possível identificar atividades da qual o aluno se encontra no centro do processo de ensino e aprendizagem, como a realização de pesquisas escolares e práticas pedagógicas em campo.

Apesar das aulas não se tratarem de um tema específico da Astrobiologia, a introdução sobre as células e as características dos seres vivos é um ponto fundamental para que, no futuro, os alunos compreendam sobre a vida, a forma que ela surge e se mantém. Considerando que a Astrobiologia parte de modelos científicos utilizando a biologia celular terrestre, as características citadas na

aula (células, metabolismo, reprodução etc.) são critérios para buscar as possíveis formas de vida em outros locais pelo Universo.

Dessa maneira, apesar do material digital conter uma grande quantidade de informações e nomenclaturas, os conteúdos associados à Biologia Celular são retomados e abordados em uma nova perspectiva astrobiológica a partir do 9º ano dos Anos Finais e no Ensino Médio. Nesse aspecto, considera-se que o nível de abstração destes alunos é maior e que passa articular os conteúdos de Biologia com outras dimensões e áreas de conhecimento, como Física, Geologia, Química etc.

5.5 Descrição das aulas de Ciências do 7º ano dos Anos Finais do Ensino Fundamental

Em relação ao 7º ano dos Anos Finais, foram selecionadas três aulas do 4º bimestre de 2024 de Ciências para a análise do material digital, todas com o enfoque em um tema principal: o efeito estufa.

5.5.1 Aula 7: Efeito estufa

A primeira aula, identificada como número 7 na sequência do bimestre, tem o título “Efeito estufa” e apresenta o objetivo de *Identificar e compreender como ocorre o efeito estufa*. No tópico *Para começar*, a aula inicia-se com uma imagem de uma estufa vegetal para que os alunos discutam sobre o que são estufas e como elas são comparadas com o efeito que ocorre na Terra. Ao fazer a comparação entre a estufa vegetal e o processo natural do planeta, o conteúdo apresenta uma breve definição de efeito estufa (Figura 9).

Figura 9 — Conteúdos da aula de Ciências “Efeito estufa”, do 7º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).

Curriculo em Ação MATERIAL DIGITAL

7º ANO

Ciências

Efeito estufa

4º bimestre – Aula 7
Ensino Fundamental: Anos Finais

Secretaria de Educação SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO

Para começar

Por que "estufa"?

Veja a imagem ao lado, que mostra estufas utilizadas para a plantação controlada de vegetais. Responda:
Qual é a função das estufas de vidro?
Como isso se compara ao que ocorre na atmosfera da Terra?



Foto de uma grande estufa para plantação controlada de vegetais
© Getty Images

VIREM E CONVERSEM 5 MINUTOS

Para começar

Por que "estufa"?

As **estufas** protegem os vegetais dos efeitos do tempo, como chuvas e variações de temperatura, assim como a nossa **atmosfera** protege a Terra.
Os vidros da **estufa** possibilitam a entrada da **radiação solar**, enquanto oferecem uma barreira para a saída dessa mesma radiação e para o resfriamento.



Foto de uma grande estufa para plantação controlada de vegetais
© Getty Images

Para começar

Por que "estufa"?

Como os vidros da estufa, a **atmosfera** possibilita a entrada de **radiação solar**.
Parte dessa radiação é absorvida e esquenta os mares e o solo; outra parte é refletida de volta para o espaço.
Os gases presentes na **atmosfera** mantêm parte dessa radiação – e do calor – por mais tempo. Isso é o que chamamos de **efeito estufa**.



Esquema do fenômeno do efeito estufa
© Getty Images

CMSP (2024)

Em sequência, é sugerido uma aula prática para que os estudantes construam um modelo de efeito estufa, a fim de comparar as temperaturas de diferentes recipientes. Os alunos deveriam realizar determinadas atividades, como preencher uma tabela de observação e responder questões associadas ao experimento. O último exercício foi a produção de um gráfico de temperatura em função do tempo, no qual os alunos deveriam descrever o comportamento observado em cada recipiente (Figura 10).

Figura 10 — Aula prática sobre a criação de um modelo do efeito estufa.

Na prática

Vamos fazer um modelo do **efeito estufa**?

Materiais:

- 3 termômetros;
- 3 recipientes transparentes;
- 1 luminária com lâmpada incandescente;
- Papel-alumínio;
- Papel-filme;
- Água.

Na prática

Vamos fazer um modelo do **efeito estufa**?

Preparação:

- Coloque uma pequena quantidade de água dentro dos recipientes e posicione os termômetros em contato com a água;
- Envolva um dos potes com papel-alumínio;
- Tampe o recipiente do passo 2, e mais um, com papel-filme, de forma que o termômetro possa ser visto;
- Anote a temperatura marcada no termômetro;
- Posicione a luminária à mesma distância dos três recipientes e acenda a luz.

Na prática

Vamos fazer um modelo do **efeito estufa**?

Registre:

Em seu caderno, produza uma tabela como a do modelo ao lado. Sugerimos anotar a temperatura em intervalos regulares, porém basta registrar o tempo em que a medida for feita. Quando a temperatura ficar estável, você poderá parar com os registros.

Tempo (minutos)	Recipiente aberto	Recipiente fechado	Recipiente fechado e encapado
Início	Temperatura 1	Temperatura 1	Temperatura 1
5	Temperatura 2	Temperatura 2	Temperatura 2
10	Temperatura 3	Temperatura 3	Temperatura 3
15	Temperatura 4	Temperatura 4	Temperatura 4
20	Temperatura 5	Temperatura 5	Temperatura 5
25	Temperatura 6	Temperatura 6	Temperatura 6
30	Temperatura 7	Temperatura 7	Temperatura 7

Na prática

Vamos fazer um modelo do **efeito estufa**?

Visualize:

Produza, em seu caderno, um gráfico da temperatura (°C) em função do tempo (minutos), como no esquema ao lado. Utilize símbolos ou canetas diferentes para registrar os dados de cada recipiente, uma os pontos e crie uma legenda.

Descreva o comportamento observado em cada recipiente.

CMSP (2024)

Dentre os desafios da proposta, a realização do experimento requer tempo adequado para a organização da turma e dos materiais e, por fim, da construção do modelo de efeito estufa. A prática, por se tratar de um experimento térmico, é necessário um tempo para a obtenção dos primeiros resultados a fim de verificar a variação da temperatura dos recipientes.

5.5.2 Aula 8: Efeito estufa e emissão de gases poluentes

A segunda aula, de número 8 e intitulada “Efeito estufa e emissão de gases poluentes” destaca o objetivo de *Conhecer e compreender os gases que intensificam o efeito estufa*. O material traz um questionamento para os alunos discutirem e relembrem quais são os principais gases da atmosfera, um tema já trabalhado nas aulas anteriores. Após a retomada, são citados sobre os Gases de Efeito Estufa (GEEs), definidos como aqueles responsáveis pela absorção da radiação solar do planeta. Em sequência, são apresentados os

principais GEEs e suas características, como gás carbônico, metano, vapor d'água, ozônio e clorofluorcarbonetos (Figura 11).

Figura 11 — Conteúdos da aula de Ciências “Efeito estufa e emissão de gases poluentes”, do 7º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).

Curriculo em Ação MATERIAL DIGITAL

Ciências

Efeito estufa e emissão de gases poluentes

4º bimestre - Aula 08
Ensino Fundamental: Anos Finais

7º ANO

Secretaria de Educação SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO

Relembre

Qual é a composição do ar?

O ar atmosférico é composto naturalmente de:

- Gás nitrogênio (N₂);
- Gás oxigênio (O₂);
- Gás carbônico (CO₂);
- Vapor de água (H₂O);
- Gases nobres.

Alguns desses gases são responsáveis pelo **efeito estufa**.



Imagem da Terra vista de cima em ângulo oblíquo
© Getty Images

Foco no conteúdo

Gases do efeito estufa (GEEs)

Alguns gases presentes na atmosfera absorvem a **radiação infravermelha** do Sol. Essa radiação é reemitida em todas as direções, mantendo o planeta aquecido por mais tempo. Estes gases são chamados de **gases do efeito estufa (GEEs)**.



Esquema do fenômeno do efeito estufa
© Getty Images

Foco no conteúdo

GEEs: metano

O **metano (CH₄)** é responsável por algo entre 15 e 20% do efeito estufa e permanece na atmosfera por até 10 anos. É o principal gás presente no gás natural. Ele é proveniente da **decomposição** e da **digestão**. Também, é emitido pela **queima** na extração de **petróleo, carvão e gás natural**.



Queima de gás associada ao processo de produção de óleo a partir do petróleo bruto.
© Getty Images

CMSP (2024)

Ao final do conteúdo, o tópico *Na prática* aborda uma comparação entre a Terra e o planeta Vênus, no qual o segundo é composto por uma atmosfera rica em gás carbônico. Utilizando esse contexto, é apresentado o seguinte questionamento: *Há efeito estufa em Vênus? Como ele se compara ao da Terra? Por quê?* No entanto, apesar de ser uma questão que permite a discussão sobre a sobrevivência humana e de diferentes organismos em outros planetas, os *slides* não dão continuidade à resposta da pergunta, ficando a critério e responsabilidade do professor de trazer a resolução adequada sobre o assunto (Figura 12).

Figura 12 — Atividade de discussão sobre a comparação do efeito estufa de Vênus com a Terra.

Na prática ⌚ 5 MINUTOS

Efeito estufa... em Vênus? VIREM E CONVERSEM 

A atmosfera existe, pois a gravidade dos planetas atrai e mantém gases próximos à sua superfície. Então, a Terra não é o único planeta em que há uma atmosfera. Porém, a composição dessa atmosfera depende das condições de formação dos planetas. Vênus, por exemplo, tem 96% de sua atmosfera composta por gás carbônico.

Discuta com seus colegas: **há efeito estufa em Vênus? Como ele se compara ao da Terra? Por quê?**



Imagem do planeta Vênus
© Getty Images

2024_AF_VI

CMSP (2024)

Dentre outras atividades, o material didático expõe uma questão alternativa e um vídeo para a discussão sobre a relação entre o efeito estufa e o aquecimento global (Figura 13).

Dentre as referências bibliográficas da aula, são encontrados dois livros didáticos do 6º ano: *Ciências, vida & universo* (2022) e *Geração alpha: Ciências* (2022). Dessa forma, não foram utilizados materiais elaborados especificamente para o 7º ano, apesar de serem temas trabalhados nas duas séries.

Figura 13 — Atividades da aula de Ciências “Efeito estufa e emissão de gases poluentes”, do 7º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).

Pause e responda

O efeito estufa é causado por gases presentes na atmosfera chamados de gases do efeito estufa, ou GEEs.

Qual propriedade desses gases faz com que eles recebam esse nome?

GEEs absorvem e reemitem radiação infravermelha	GEEs emitem radiação ultravioleta
GEEs emitem radiação em todo o espectro	GEEs absorvem e reemitem radiação ultravioleta

Encerramento

Vamos fixar o que aprendemos?

O vídeo ao lado toca em vários assuntos que discutimos até o momento e em alguns que discutiremos mais adiante.

Assista ao vídeo e reflita:
Efeito estufa e aquecimento global são sinônimos? Qual a diferença?
O que pode explicar o aumento da temperatura global, segundo o vídeo?

VIREM E CONVERSEM

O que causa o aquecimento global

Link para vídeo **5 MINUTOS**

Video que explica o efeito estufa e discute o aquecimento global

SENADO FEDERAL. O que causa o aquecimento global. Disponível em: <https://www.senado.gov.br/pt-br/atividade/11>. Acesso em: 12 ago. 2024.

CMSP (2024)

5.5.3 Aula 9: O papel do efeito estufa para o desenvolvimento da vida na Terra

O terceiro material selecionado, contendo como título “O papel do efeito estufa para o desenvolvimento da vida na Terra”, é caracterizado como a aula de número 9 e tem como objetivo principal *Conhecer e compreender a importância do efeito estufa para a vida na Terra*.

A proposta inicial utiliza o tópico *Relembre* para apresentar um quadro contendo três planetas diferentes e seus respectivos gases atmosféricos. Como atividade, os alunos teriam que interpretar o quadro e responder três questões associando os conhecimentos prévios sobre o efeito estufa (Figura 14). Entre as questões principais, encontra-se: *Qual destes planetas pode sustentar vida?*, evidenciando que as condições atmosféricas de um planeta podem influenciar diretamente a sobrevivência de seres vivos.

Dando foco ao conteúdo, a aula inicia-se apresentando as características da Terra primitiva, um tópico anteriormente abordado de forma breve e simplificada na disciplina de Ciências do 6º ano. É citado de maneira mais aprofundada sobre as condições atmosféricas do passado, como a baixa presença de oxigênio e a ocorrência de organismos unicelulares anaeróbicos que produziam energia a partir do processo de fermentação. Em sequência, o conteúdo dá enfoque aos primeiros seres fotossintetizantes, que possibilitaram a

captura de gás carbônico e a produção de oxigênio, o que resultou na alteração da composição atmosférica.

Figura 14 — Atividade de comparação entre gases de planetas diferentes.

Relembre

Adivinhe o planeta

A tabela ao lado traz a quantidade de diferentes gases na atmosfera do Planeta 1 e do Planeta 2.

Com base em seus conhecimentos sobre a **atmosfera terrestre** e o **efeito estufa**, responda:

- Qual destes planetas é mais quente? Por que?
- Qual destes planetas pode sustentar a vida?
- Qual destes planetas você diria que é a Terra?

Gás	Planeta 1	Planeta 2
CO ₂	0,035%	98%
N ₂	79%	1,9%
O ₂	21%	traços
Argônio	1%	0,1%

Fonte: JARDIM, 2001.
Elaborado especialmente para a aula.

VIREM E CONVERSEM

UM PASSO DE CADA VEZ

5 MINUTOS

CMSP (2024)

Em continuidade, os *slides* abordam a definição do conceito de efeito estufa e sua importância para a manutenção da vida na Terra, em específico para a regulação térmica e o equilíbrio atmosférico. O material também cita o papel do gás carbônico como um dos Gases de Efeito Estufa (GEEs) e sua variação em ciclos na atmosfera (Figura 15).

Figura 15 — Conteúdos da aula de Ciências “O papel do efeito estufa para o desenvolvimento da vida na Terra”, do 7º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).

Curriculo em Ação MATERIAL DIGITAL

7º ANO

Ciências

O papel do efeito estufa para o desenvolvimento da vida na Terra

4º bimestre – Aula 09
Ensino Fundamental: Anos Finais

Secretaria de Educação SÃO PAULO

Foco no conteúdo

Atmosfera primitiva

- As evidências mais antigas de vida na Terra são de 3,8 bilhões de anos.
- A **atmosfera primitiva** desta época possuía apenas traços de **oxigênio**.
- Os primeiros seres vivos eram **unicelulares** e **anaeróbicos**. Eles produziam energia por meio da **fermentação**.

DESTAQUE ★
Até hoje temos organismos que fazem a **fermentação** de forma facultativa ou obrigatória.

Cultura de fungos *Candida albicans*, exemplo de organismo atual que faz respiração anaeróbica, ou fermentação.

© Getty Images

Foco no conteúdo

Fotossíntese

- Os primeiros fósseis assemelhados a **cianobactérias** datam de 2,8 bilhões de anos.
- Esses **microrganismos** realizavam **fotossíntese**, utilizando a grande concentração de **gás carbônico** da **atmosfera primitiva** para a produção de energia.
- A **fotossíntese** também produz **oxigênio**!

Copo de água tomado por uma explosão populacional de cianobactérias. Esses microrganismos realizam fotossíntese.

© Getty Images

Foco no conteúdo

O efeito estufa

Como já estudamos, gases presentes na **atmosfera**, os **GEE**, retêm parte da radiação do sol. Isso é o que chamamos de **efeito estufa**.

Com as concentrações de **gás carbônico** e de outros **GEE** na **atmosfera terrestre** atual, o **efeito estufa** mantém a temperatura média do globo próxima aos 15°C.

Esquema do fenômeno do efeito estufa

© Getty Images

CONTINUA

CMSP (2024)

Já em relação às atividades, foram elaboradas três propostas: uma questão alternativa sobre o tema; duas questões sobre discussão de como o efeito estufa influencia na regulação térmica e no equilíbrio atmosférico da Terra e a construção de uma linha do tempo sobre as mudanças na atmosfera ao longo da história do planeta (Figura 16).

Figura 16 — Atividades da aula de Ciências “O papel do efeito estufa para o desenvolvimento da vida na Terra”, do 7º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).

Encerramento 5 MINUTOS

No seu caderno, faça uma linha do tempo como a mostrada abaixo, destacando quais os eventos que estudamos e as mudanças causadas na atmosfera, quando aplicável.

Imagens: © Getty Images

3,8 bi
Primeiras evidências de organismos fermentadores. A atmosfera não dava suporte à respiração, pois era pobre em _____.

2,8 bi
Evidências de organismos _____, que começam a produzir _____.

2 bi
Evidências de organismos resistentes à _____, indicando uma concentração maior de _____ no ar.

400 mi
Plantas terrestres, peixes e outros organismos grandes que respiram e se diversificam.

1760 - Hoje
A ação do homem tem aumentado a concentração de _____.

Vamos exercitar o que aprendemos!

Pause e responda

Qual é o evento responsável pelas mudanças drásticas na composição da atmosfera da Terra?

A queda de meteoritos na superfície terrestre

O surgimento de organismos fotossintetizantes

A diminuição espontânea da concentração de CO₂

O surgimento dos mamíferos

CMSP (2024)

5.5.4 Aspectos e análise geral das aulas de Ciências do 7º ano a partir de uma perspectiva astrobiológica

De maneira geral, as três aulas destinadas ao efeito estufa trabalharam diferentes conteúdos, como sua definição, composição de gases, importância e o papel para a sobrevivência e condições de vida no planeta Terra.

Apesar de não ser citada no material digital, a associação entre o efeito estufa e Astrobiologia está relacionada às condições necessárias para a existência e manutenção da vida em um planeta.

O material digital apresenta o fenômeno do efeito estufa como uma condição de habitabilidade da Terra, considerando-o como um dos fatores fundamentais para a vida e o equilíbrio térmico do planeta, se encaixando principalmente no eixo temático astrobiológico “Zonas Habitáveis”. De acordo com Brito e Texeira (2022), as atividades pedagógicas envolvendo temas de Astrobiologia podem ser realizadas a partir dos estudos das características dos dois planetas vizinhos mais próximos da Terra, como Vênus e Marte, tal como a temperatura e suas atmosferas. Neste caso, a aula *Efeito estufa e emissão de*

gases poluentes apresentou esta proposta, instigando os alunos a realizar comparações entre os dois planetas rochosos e suas respectivas atmosferas com características químicas divergentes. Com isso, ao comparar a Terra e Vênus, a atividade permite exemplificar a relevância do efeito estufa para a habitabilidade.

Apesar da apresentação do conceito de efeito estufa de forma breve e simplificada na aula 7, as propostas das atividades permitiram que os alunos pudessem aprender a partir de práticas experimentais e investigativas. Outro aspecto positivo foi a abordagem do conteúdo de maneira interdisciplinar, associando a área de Ciências com a Matemática a partir da construção de gráficos e tabelas.

Segundo Coelho *et al.* (2014), trabalhar com experimentos sobre o efeito estufa permite ao professor discutir sobre o tema com os alunos de uma forma prática e não apenas teórica, como tradicionalmente ocorre nas escolas. Dessa forma, trata-se de um conteúdo desafiador para associar a teoria com a prática, portanto, contribui diretamente para o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes.

No entanto, considerando a realidade da escola pública, aplicar tais procedimentos em uma única aula de 45 minutos torna-se um grande desafio para o professor e até mesmo para a aprendizagem dos alunos. Dentre os trabalhos identificados sobre realização de práticas de Ciências ou Biologia, as pesquisas demonstraram que os principais desafios e problemas enfrentados pelos professores foi a falta de tempo para organizar e realizar a aula, a ausência de material e espaço adequado (Fernandes *et al.*, 2012; Lima *et al.*, 2013; Andrade e Massabni, 2011).

As práticas no ensino de Ciências, segundo Krasilchik (2000) apresentam aspectos positivos em relação a um currículo focado primordialmente na transmissão de informações. Dessa forma, segundo a autora, o trabalho em laboratório é motivador para o processo de ensino e aprendizagem, levando ao desenvolvimento de habilidades técnicas, na fixação do conteúdo e no conhecimento de fenômenos e fatos da natureza que neste caso, refere-se a importância do efeito estufa para a habitabilidade.

Na aula 9, o conteúdo trabalhou sobre a transformação da atmosfera terrestre a partir do surgimento dos seres unicelulares fotossintetizantes. Por mais que o oxigênio não seja um fator necessário para a vida, sua alta concentração possibilitou a expansão da biodiversidade terrestre. Dessa forma, considerando o embasamento teórico dos alunos sobre Biologia Celular no 6º ano, os assuntos passam a criar conexões cada vez mais complexas, das quais os alunos precisam relembrar e relacionar os conhecimentos de forma constante. Apesar de não citar diretamente sobre a Astrobiologia, o ensino sobre as condições atmosféricas ou geológicas da Terra são fatores associados à área quando relaciona-se com o equilíbrio e manutenção da vida no planeta.

Brito e Teixeira (2022) apontam que, em uma perspectiva astrobiológica, são exigidas habilidades de imaginação e criatividade tanto por parte de quem a investiga, quanto por parte de quem aprende. Atualmente, só conhecemos as formas de vida existentes na Terra e suas características, porém, é possível tentar imaginar, junto com os alunos, as possíveis variações nas formas como a vida poderia se desenvolver em outras condições ambientais.

Desta maneira, o material buscou enfatizar que a existência da vida e sua manutenção na Terra depende de condições abióticas presentes na biosfera. Sendo assim, é possível inferir que os primeiros organismos encontrados no planeta possuíam características metabólicas celulares que permitiram a sua sobrevivência na Terra primitiva (Rosa, 2022). Considerando os conteúdos que foram trabalhados no 6º ano, é de grande relevância o docente atuar com a retomada de determinados conhecimentos associados ao tema, como os estromatólitos e os primeiros organismos unicelulares.

Ainda assim, apesar do conteúdo tratar de um fenômeno que ocorre no planeta Terra, o material digital exige do professor o domínio de outros conhecimentos associados à Astronomia, uma ciência ligada diretamente à Astrobiologia. Tal exemplo refere-se ao conhecimento sobre as características de Vênus e do próprio surgimento da Terra primitiva.

Langhi e Nardi (2010) demonstraram preocupação com a falta de abordagem de saberes disciplinares específicos em Astronomia. Considerando que a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEDUC) não oferece material de apoio para estudos, informações complementares ou resolução das

questões exibidas no material digital, fica sob a responsabilidade do professor arcar com a busca e acesso a estes conhecimentos. Consequentemente, caso o docente não domine os saberes disciplinares em Astronomia (ou em Astrobiologia), devido às lacunas de sua formação inicial, torna-se desafiador e preocupante imaginar o profissional atuando com saberes disciplinares obtidos de outras fontes de consulta, que nem sempre são seguras e apresentam ideias sensacionalistas ou erros conceituais (Langhi, 2005).

Os trabalhos de Langhi e Nardi (2010) reforçam a importância e necessidade da melhoria de qualificação profissional docente, tanto em relação aos saberes disciplinares, como também em metodologia de ensino, visto que o material digital realiza, em muitos casos, as mesmas metodologias tradicionais, como pequenas discussões e exercícios no caderno. Portanto, os dados mostram a necessidade de melhoria na qualificação profissional docente, não apenas em relação aos seus saberes disciplinares (conteúdos), mas também em metodologias de ensino e demais saberes docentes. Para os mesmos autores, a qualificação docente deve ser embasada nos resultados de pesquisas sobre Educação em Astronomia, evitando o senso comum de instituições formadoras, a fim de contemplar os conteúdos fundamentais de maneira adequada e a variedade de metodologias de ensino.

A partir da habilidade *(EF07CI13A) Identificar e descrever o mecanismo natural do efeito estufa e seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra*, o material digital buscou evidenciar e relacionar o papel do efeito estufa com a existência da vida terrestre, principalmente durante a aula 9. No entanto, o procedimento de descrever sobre o fenômeno foi pouco trabalhado, visto que ele foi apenas apresentado em forma de uma aula expositiva.

5.6. Descrição das aulas do 9º ano de Ciências em uma perspectiva astrobiológica

Considerando os eixos temáticos da Astrobiologia, o currículo de Ciências do 9º ano dos Anos Finais do Ensino Fundamental apresentou conteúdos que abordam assuntos como habitabilidade, condições necessárias para a sobrevivência fora da Terra, exploração e viagens espaciais, entre outros.

Dessa forma, foram selecionadas quatro aulas do 4º bimestre para analisar e descrever a forma como os temas foram trabalhados no material digital, a fim de identificar a maneira como os alunos e professores têm acesso ao conhecimento astrobiológico e a forma como ele é apresentado no processo de ensino e aprendizagem de Ciências.

5.6.1 Aula 17: Exploração espacial - Turismo no espaço

A primeira aula selecionada, apresenta o título “Exploração espacial: turismo no espaço”. O objetivo da aula é descrito como *Compreender e analisar os avanços tecnológicos para observação do espaço*.

A aula tem início apresentando uma notícia sobre o primeiro brasileiro a participar de uma atividade de turismo espacial (Figura 17). Em sequência, é abordado sobre o processo histórico e os avanços tecnológicos que permitiram a corrida e a exploração espacial no século passado. O material apresenta a seguinte questão: “*Há outros motivos para o ser humano investir na exploração espacial?*”, possibilitando a abertura para a discussão sobre os objetivos e interesses associados à conquista do espaço pela espécie humana.

Figura 17— Notícia apresentada no Material Digital de Ciências (9º ano) sobre o primeiro brasileiro a ir para o espaço.

Para começar

Um passeio no espaço

Já imaginou participar de um sorteio cuja premiação é um passeio no espaço? Leia a manchete da notícia a seguir e, depois, converse com um colega da turma:

- Se você ganhasse o sorteio, o que gostaria de visitar no espaço?

Segundo brasileiro a ir ao espaço viaja neste sábado em nave de Bezos

Engenheiro Victor Hespanha ganhou vaga em sorteio e será o primeiro turista espacial do país. Ele fará voo suborbital de cerca de 10 minutos; g1 transmite.

Por Paola Patriarca, g1
04/06/2022 09h01 - Atualizado há 2 anos

Reprodução - PATRIARCA, 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/novacoelho/2022/06/04/segundo-brasileiro-a-ir-ao-espaço-viaja-neste-sábado-em-nave-de-bezos.g1.html>. Acesso em: 18 ago. 2024.

VIREM E CONVERSEM

Foco no conteúdo

O primeiro passo

Em 1969, o homem pisou na Lua pela primeira vez.

Graças aos **avanços tecnológicos**, tem sido possível aprofundar e investigar detalhes da Lua, de outros planetas e até mesmo de outras galáxias.

Há outros motivos para o ser humano investir na exploração espacial?

PARA REFLETIR

“É um pequeno passo para o homem, um grande salto para a humanidade”, foi a frase dita por Neil Armstrong ao se tornar o primeiro homem a pisar na Lua.

Reprodução - NASA/WIKIMÉDIA COMMONS, 2011. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Armstrong_on_Moon_\(J1611-40-0886\)_cropped1.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Armstrong_on_Moon_(J1611-40-0886)_cropped1.jpg). Acesso em: 18 ago. 2024.

CMSP (2024)

O conteúdo passa a dar destaque para o turismo espacial, expondo os tipos de turismo, os requisitos para ser um astroturista e os problemas associados aos avanços da conquista e exploração do espaço. Entre as

consequências desta atividade, o conteúdo cita sobre a produção e acúmulo do lixo espacial.

Dentre as atividades propostas para a aula, os *slides* sugerem questões discursivas e alternativas para os alunos responderem. Ao final, foi proposto uma atividade *online*, onde os estudantes deveriam acessar o site da NASA para observar a localização e trajetória de satélites (Figura 18).

Figura 18 — Propostas de atividade com questões alternativas e discursivas sobre a aula.

CMSP (2024)

O material apresenta poucas fotografias e ilustrações de viagens e atividades espaciais. Apesar das imagens apresentarem boa qualidade, as representações são em tamanhos pequenos, o que pode dificultar a visualização pelos alunos.

É possível identificar que a aula busca instigar a curiosidade e a imaginação dos estudantes ao se tratar da exploração espacial. Perguntas como “*Já imaginou participar de um sorteio cuja premiação é um passeio no espaço?*” e “*Se você ganhasse o sorteio, o que gostaria de visitar no espaço?*” acabam tornando a aula um espaço para diálogo sobre as possibilidades de viajar para fora da Terra.

A importância de abordar sobre o contexto histórico da exploração espacial é essencial para o desenvolvimento tecnológico e científico, porém o tema ficou restrito a poucos dados e informações, citando apenas sobre o Sputnik em 1957 e a missão Apollo 11.

Por se tratar da conquista da espécie humana no espaço, a aula apresentou certos requisitos para se tornar um astroturista (ou turista espacial,

utilizando o termo adequado), dando destaque para a importância do treinamento e exames médicos. Também foi abordado sobre os impactos e riscos existentes ao corpo humano (e a vida) no espaço, como por exemplo, a exposição à radiação cósmica. Tal tema relaciona-se diretamente com a Astrobiologia, visto que ela explora a possibilidade de sobrevivência de seres vivos fora do planeta Terra.

Questões ambientais também foram citadas, tais como a emissão de gases de efeito estufa por naves espaciais e os problemas do lixo espacial. Apesar de serem temas importantes, pois envolvem a saúde humana e ambiental, a aula teve maior enfoque nos tipos de voo, apresentando uma questão discursiva, uma questão alternativa e um mapa mental de encerramento.

Utilizando a imagem do lixo espacial em órbita baixa da Terra, não foram identificadas propostas de atividades ou discussões em uma perspectiva crítica sobre a problemática ambiental abordada. Dessa forma, a imagem operou apenas como uma mera ilustração para o conteúdo (Figura 19). Considerando as normativas da BNCC, o texto, a imagem e os dados apresentados sobre o lixo espacial correlacionam-se com uma das Competências Específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental:

5. Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza (Brasil, 2018, p. 324).

Figura 19 — Conteúdo abordado no 9º ano em Ciências sobre o lixo espacial que orbita a Terra.

Foco no conteúdo

Lixo espacial: para onde vai?

Restos de equipamentos espaciais podem se chocar entre si gerando nuvens de **lixo espacial**.

Os fragmentos também **oferecem riscos** aos equipamentos em atividade e habitados por astronautas como a Estação Espacial Internacional (EEI).

Com o aumento do número de foguetes indo ao espaço, estima-se que o lixo espacial também aumente.

DESTAQUE ★

A EEI necessita de constantes manobras para evitar perigosas colisões com detritos de apenas 10 centímetros.



Vista do lixão espacial em órbita baixa da Terra.

Foto: Agência Espacial Europeia/Portal G1.

Reprodução - G1, 2008. Disponível em: https://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0_MUL_401699-568330-FOTOS+MOSTRAM+LIXO+ESPACIAL+NA+ORBITA+DA+TERRA.html. Acesso em: 18 ago. 2024.

CMSP (2024)

Pelo tema da aula se tratar de exploração espacial, o conteúdo ficou restrito somente às viagens para fins turísticos, recreativos e comerciais. Não foi abordado sobre a exploração espacial com fins científicos, um assunto complexo e diverso que também possibilitaria debates à nível social, político, econômico e ambiental. Ademais, as autoras Vieira e Edra (2024) consideram que, pelo fato do turismo espacial estar se popularizando, ele apresenta um potencial pedagógico para expandir o conhecimento científico, fisiológico e psicológico humano, além de também ser tema para a investigação de seus riscos e consequências socioambientais.

5.6.2 Aula 20: A importância da água para a vida

A aula de número 20, intitulada “A importância da água para a vida”, define de forma introdutória os conteúdos a serem trabalhados, sendo eles: 1) formação do planeta Terra; 2) formação da água e 3) definição de ser vivo. Os três objetivos de aprendizagem são descritos como: 1) *Reconhecer que os seres vivos são matéria formados por elementos químicos específicos*; 2) *Reconhecer que, para a existência de vida, a presença de água é um dos fatores fundamentais*; e 3) *Entender como foi a formação da água no planeta Terra*.

O material digital dá início como o tópico *Relembre*, a fim de recordar com os alunos sobre a composição do Universo, organizado a partir de matéria (átomos e moléculas). Desta maneira, é realizado uma retomada sobre o conceito do átomo, sua estrutura e características gerais. Dentre os tipos de átomos, é citado sobre o hidrogênio e oxigênio, átomos que formam a molécula de água (H_2O). Com isso, o conteúdo passa a questionar sobre como a água surgiu, apresentando teorias científicas sobre sua origem junto a um vídeo para ilustrar o processo (Figura 20).

A sequência da aula expõe uma discussão baseada na questão: “Terra, planeta água?”, apresentando um gráfico de distribuição da água no planeta. Entre as atividades, o material propõe que os alunos criem uma hipótese sobre como a água líquida se originou, já que a Terra, no passado, apresentava altas temperaturas e intensa atividade vulcânica (Figura 21).

Figura 20 — Conteúdos da aula de Ciências “A importância da água para a vida”, do 9º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).

The figure consists of three screenshots from a digital curriculum page for 9th grade Science, titled "A importância da água para a vida".

Top Screenshot: Shows the header "Currículo em Ação MATERIAL DIGITAL" and "9º ANO". The main title is "Ciências A importância da água para a vida". It indicates "4º bimestre - Aula 20" and "Ensino Fundamental: Anos Finais".

Middle Screenshot: Titled "Relembre", it asks "Do que o Universo é feito?". It explains that the universe is made of matter, organized by energy. It shows three states of matter: SÓLIDO (solid, represented by a grid of blue spheres), LÍQUIDO (liquid, represented by a disordered grid of blue spheres), and GASOSO (gaseous, represented by scattered blue spheres). A "DESTAQUE" (highlight) box states: "Ao dividir a matéria, independentemente do tamanho, chegamos à sua constituição; estes são os átomos." Below the diagrams, it says "Estados físicos da matéria." and "Elaborado especialmente para a aula com imagens © Getty Images."

Bottom Screenshot: Titled "Relembre", it asks "Do que o Universo é feito?". It explains that atoms are the smallest units of matter. It defines a chemical element as a set of atoms with the same atomic number and chemical properties. It shows a Bohr model of a lithium atom and three hydrogen atoms (H). A legend identifies: blue dot for neutron (n°), red dot for proton (p°), and grey dot for electron (e-). It asks "Mas como surgiram os átomos que formam a água?" and "Diversas teorias tentam explicar!". To the right, a diagram shows "Partículas Subatômicas" (subatomic particles) combining to form an "Átomo" (atom), which then combines to form a "Molécula" (molecule) of water (H₂O). A small text at the bottom right says: "Esquema das diferentes organizações da matéria da menor (à esquerda) para maior (à direita). Disponível em: <https://www.gettyimages.com.br/detail/foto/telescopio-pointed-at-the-cosmos-376616170474>. Acesso em: 27 Jul. 2024."

Em seguida, é destacada uma notícia sobre indícios de água fora do planeta Terra. No texto, é destacado a palavra exoplaneta, dando exemplo do K218, conhecido também como “Super Terra”, já que apresenta indícios de oceanos e água em estado líquido está localizado em zonas potencialmente habitáveis. Porém, os *slides* não citam o significado de exoplaneta, ficando sob a responsabilidade do professor de explicar ou não sobre o termo (Figura 23). O conteúdo dá sequência explicando sobre a atmosfera terrestre ser um dos principais fatores responsáveis pela presença de água na Terra. Junto a isso, é citado sobre o efeito estufa, assunto trabalhado anteriormente no 7º ano. Sua abordagem é voltada na relação entre a retenção do calor pelo efeito estufa e a manutenção da água líquida no planeta, o que permite a formação de corpos d’água e da existência de seres vivos.

Figura 23 — Reportagem sobre indícios de água fora da Terra e sobre a existências de exoplanetas.

Foco no conteúdo

Água no espaço
 Leia o trecho da reportagem sobre indícios de água fora da Terra.

radio**agência**

Universo: Presença de água fora da Terra indica existência de vida?
Estudos apontam para existência de água em Marte e luas

“Fora do Sistema Solar “alguns **exoplanetas** são chamados de SuperTerras, por parecem muito com o nosso planeta. Eles ficam em zonas potencialmente habitáveis, ou seja, têm temperatura e radiação ideais, além de estarem na distância ideal das estrelas que orbitam.

O k2 18b está a mais de 100 anos luz daqui e tem indícios de oceanos e água em estado líquido por lá. **De acordo com os pesquisadores, onde existe oceano, pode haver vida.”**

Fonte: ALVES, 2020.

CMSP (2024)

Finalizando o conteúdo, o material digital apresenta um exercício onde os alunos devem observar diferentes organismos nas imagens e descrever três características que os definem como seres vivos. A sequência dos *slides* apresenta diferentes características, como a organização celular, crescimento, evolução, homeostase, etc. (Figura 24). Verifica-se que o mesmo conteúdo é

abordado inicialmente no sexto ano do Ensino Fundamental (Anos Finais), no entanto, o nono ano trabalha com a integração de novas características, juntamente com uma perspectiva cósmica e astrobiológica, de forma a considerar a sobrevivência e existência de organismos fora do ambiente terrestre.

Figura 24 — Atividade sobre as principais características dos seres vivos.

Foco no conteúdo

Seres vivos: o que todos têm em comum?

Observe os organismos a seguir e suas características distintas. Em seu caderno, escreva três características que fazem deles **seres vivos**.

COM SUAS PALAVRAS

Bactéria
Procarionto unicelular com reprodução assexuada.

Louva-a-deus
Eucarioto pluricelular com exoesqueleto e reprodução sexuada.

Samambaia
Eucarioto pluricelular com reprodução sexuada.

Macaco
Eucarioto pluricelular mamífero com reprodução sexuada.

Foco no conteúdo

Características dos seres vivos

Organização
Estrutura constituída por uma ou mais células.

Crescimento
Crescimento regulado do tamanho e/ou número de células.

Metabolismo
Reações químicas que possibilitam a transformação de energia em crescimento, movimento, reprodução dentre outros.

Homeostase
Manutenção de ambiente interno estável independente de variações externas.

Reprodução
Geração de novos indivíduos.

Reação
Resposta a estímulos ou variações do ambiente externo.

Evolução
A composição genética de um conjunto de indivíduos pode mudar com o tempo permitindo que vivam e se reproduzam melhor num determinado ambiente.

DESTAQUE
Na própria organização da célula e para a realização destes fenômenos a água é fundamental!

CMSM (2024)

Por último, no tópico *Encerramento*, a aula foi finalizada com uma atividade de elaboração de mapa mental contendo 3 tópicos principais: Origem do Sistema Solar; Origem da água no planeta Terra e Seres vivos.

No geral, o material apresentou um conteúdo extenso e com diversas informações, porém trouxe tópicos e notícias atuais associadas ao tema. Foi observado a citação do próprio termo Astrobiologia e exoplanetas, no entanto não foram trabalhados com a definição destes conceitos.

Dentre as referências bibliográficas, a maioria foi advinda de portais de notícias, como Agência Brasil, Revista Galileu e National Geographic. Também foram encontrados referenciais do governo brasileiro e de um artigo científico obtido pela Revista Brasileira de Ensino de Física. Não foram citados livros didáticos ou específicos da área de Ciências ou Astronomia.

5.6.3 Aula 21: Condições para a existência de vida na Terra

A aula número 21, intitulada “Condições para a existência de vida na Terra”, apresenta temática semelhante à anterior. Entre os conteúdos, são destacados três tópicos principais: 1) Teorias sobre o surgimento da vida na

Terra; 2) Condições favoráveis à existência da vida na Terra e 3) Terra primitiva. Os objetivos da aula foram divididos em 1) *Conhecer e comparar fatores capazes de propiciar a vida humana, bem como sua sobrevivência fora da Terra* e 2) *Pesquisar sobre como seria a sobrevivência humana fora da Terra*.

O começo do material expõe uma manchete de uma notícia sobre a descoberta de matéria orgânica em Marte pela NASA (National Aeronautics and Space Administration). A matéria, com título eminentemente chamativo e sem apresentar a continuidade da notícia completa, afirma que tal descoberta indica vida em Marte. Com isso, a primeira atividade proposta é discutir e anotar no caderno quais são as condições necessárias para a existência dos seres vivos (Figura 25). O exercício remete a atividade da aula anterior, da qual os alunos também deveriam escrever três características sobre os seres vivos. Dessa forma, verifica-se que o material digital apresenta certos exercícios repetitivos, dos quais os estudantes já haviam trabalhado a habilidade anteriormente.

Figura 25 — Manchete sobre a descoberta de matéria orgânica em Marte pela Nasa e atividade sobre as condições necessárias para a existência de seres vivos.

Para começar

5 MINUTOS

Requisitos para que haja vida

Nasa encontra matéria orgânica que indica vida em Marte

Rover Perseverance coletou algumas das amostras após investigações no antigo delta de um rio

Reprodução – STRICKLAND, 2022.
Disponível em:
<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/nasa-encontra-materia-organica-que-indica-vida-em-marte/>. Acesso em: 22 ago. 2024.

Observe a manchete da matéria, veiculada pela CNN em 2022, e reflita sobre as pistas de vida em Marte.

Comente com o colega ao lado sobre **o que você considera necessário para a existência dos seres vivos. Depois, anote as informações no caderno.**

2024_AE_VI

CMSP (2024)

O conteúdo se inicia a partir da questão *Como investigar a origem da vida na Terra?*, onde é retomado os conceitos e diferenças entre hipótese e teoria. Logo, é introduzido o estudo sobre a Terra Primitiva e suas

características. O material cita que os cientistas utilizam métodos e informações de diferentes áreas para replicar as características do planeta no passado. Logo, são apresentadas teorias e hipóteses para explicar o surgimento da vida primitiva, como a panspermia e a Evolução Química. Também foram descritos de forma breve sobre os experimentos de Oparin e Haldane e Stanley Miller, dando ênfase e ao último com a ilustração do funcionamento de seu estudo sobre a origem da vida (Figura 26).

Figura 26 — Conteúdo da aula de Ciências “Condições para a existência da vida na Terra”, do 9º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais).

Relembre

Como investigar a origem da vida na Terra?

Para explicar a origem e a evolução da vida na Terra, os cientistas elaboram **hipóteses e teorias**. Vamos retomar esses conceitos:

A **hipótese** é uma afirmação que busca responder a uma questão-problema, ou seja, é a resposta que os pesquisadores esperam alcançar ao final da investigação.

Uma **teoria** é uma explicação bem fundamentada que descreve eventos e envolve **hipóteses testadas diversas vezes, fatos e leis**. Uma teoria pode soar como uma explicação definitiva, mas poderá vir a ser derrubada, pois não se trata de uma verdade absoluta.

[CONTINUA →](#)


Foco no conteúdo

Terra primitiva

A Terra primitiva apresentava uma superfície muito quente, com intensa atividade vulcânica, descargas elétricas e frequentes colisões com asteroides.

Na atmosfera, haviam gases como metano, amônia, hidrogênio e vapor d'água.

Cientistas usaram métodos e informações de diferentes áreas a fim de replicar as supostas características do planeta há milhões de anos.



Representação artística da paisagem da superfície terrestre na era das erupções vulcânicas.
Reprodução: TIM BERTELIN/WIKIMEDIA COMMONS, 2016. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Timberlin.jpg>. Acesso em: 22 ago. 2024.

[CONTINUA →](#)

Foco no conteúdo

Teorias e hipóteses para explicar o surgimento da vida na Terra primitiva

Panspermia: sugere a possibilidade de a vida se espalhar pelo Universo por meio de microrganismos ou material biológico que viajam entre planetas, luas e sistemas solares.




Imagem traz a ideia de microrganismos que "viajam" pelo Universo.

Evolução química: compostos simples, presentes na Terra primitiva, passaram por diversas reações e formaram compostos complexos a ponto de originarem moléculas orgânicas complexas, que permitiram o surgimento dos primeiros seres vivos. Essa é a hipótese mais aceita atualmente.




Imagem mostra a evolução de moléculas simples, presentes na Terra primitiva, gerando moléculas complexas.
Elaborado especialmente para a aula.

Foco no conteúdo

Origem da vida: experimentos

Conhecendo como a atmosfera primitiva era composta, contendo gases como amônia (NH₃), metano (CH₄), hidrogênio (H₂) e vapor de água (H₂O), os estudiosos acreditavam que, sob as descargas elétricas das tempestades, esses elementos começaram a interagir.

Os cientistas Oparin e Haldane acreditavam que as condições do meio eram capazes de transformar moléculas simples em moléculas complexas (moléculas orgânicas como aminoácidos e proteínas). Para eles, após um período de intensas erupções vulcânicas, a Terra passou por um resfriamento que provocou tempestades torrenciais por milhões de anos.

Para testar essa hipótese, o químico Stanley Miller realizou um dos experimentos mais famosos sobre a Terra primitiva. Ele inseriu os elementos da atmosfera primitiva em um balão e aplicou contínuas descargas elétricas.

Tempo depois, observou aminoácidos na água do reservatório, mas nada mais complexo que isso.

SAIBA MAIS

Os aminoácidos são substâncias orgânicas simples que podem ter sido o marco inicial da vida na Terra.

CMSP (2024)

Dando continuidade ao conteúdo, o material digital expõe novamente uma notícia com o título “Material orgânico essencial para a vida é encontrado pela 1ª vez em asteroide”, remetendo-se à Teoria da Panspermia. No *slide* é citado sobre a descoberta de meteoritos contendo aminoácidos semelhantes aos encontrados no experimento de Miller.

Em sequência, o material digital apresenta uma questão alternativa sobre o experimento de Miller (Figura 27). Percebe-se que as questões são de baixa complexidade e estão relacionadas com o conteúdo que foi trabalhado

recentemente nos *slides* anteriores, exigindo pouco raciocínio e habilidades mais estruturadas dos estudantes.

Figura 27 — Questão alternativa sobre a origem dos seres vivos.



CMSP (2024)

Novamente, a aula retorna ao experimento de Stanley-Miller, citando que moléculas simples presentes na Terra primitiva passaram por diversas reações e formaram moléculas complexas, um processo semelhante ao ocorrido na Terra Primitiva segundo a Hipótese da Evolução Química. Foi citado que, graças às condições ambientais do nosso planeta, os seres vivos são capazes de sobreviver e reproduzir. O tópico sobre a vida fora da Terra também foi abordado a partir do exemplo *Methylobacterium ajmalii* presente na Estação Espacial Internacional (EEI) e os tardígrados, descrito como microorganismos capazes de se reproduzir em condições estressantes. Não foi citado o termo extremófilo, um conceito comum utilizado para a categorização estes seres vivos. Ao final, o *slide* traz cita sobre as pesquisas se organismos no espaço e sobre os efeitos que as longas viagens na biologia animal podem ser extrapolados para os efeitos potenciais em humanos (Figura 28).

Figura 29 — Atividade sobre a comparação de planetas rochosos do Sistema Solar e discussão sobre as condições para a vida fora da Terra.

Na prática 10 MINUTOS

A vida fora da Terra

Leia com atenção as informações sobre alguns planetas rochosos do Sistema Solar.

Em seguida, cite qual deles é um bom candidato à permanência da vida.

Caso fosse habitado por humanos, que tipos de adaptações precisaríamos promover para viver no planeta escolhido?

TODO MUNDO ESCREVE

Encerramento

Condições para vida fora da Terra

Observe novamente a manchete da matéria veiculada pela CNN em 2022.

Em seguida, leia a resposta que você escreveu para a questão: “O que é preciso para a existência da vida?”

Com base no que aprendeu hoje, discuta com o mesmo colega do início da aula sobre o que acrescentariam à resposta e façam as alterações no caderno.

Nasa encontra matéria orgânica que indica vida em Marte

ROVER PERSEVERANCE COLETOU ALGUMAS DAS AMOSTRAS APÓS INVESTIGAÇÕES NO ANTIGO DELTA DE UM RIO



Reportagem — STRICKLAND, 2022. Disponível em: <https://www.combateil.com.br/tecnologia/nasa-encontra-materia-orgânica-que-indica-vida-em-marte>. Acesso em: 22 ago. 2024.

PLANETA TERRA			PLANETA MERCÚRIO		
Temperaturas da superfície	Dias em 1 ano	Equivalência em kg para 60kg na Terra	Temperaturas da superfície	Dias em 1 ano	Equivalência em kg para 60kg na Terra
Mínima: -89°C Máxima: +59°C	365 dias	60Kg	Mínima: -170°C Máxima: +430°C	88 dias terrestres	22,20Kg
PLANETA VÊNUS			PLANETA MARTE		
Temperaturas da superfície	Dias em 1 ano	Equivalência em kg para 60kg na Terra	Temperaturas da superfície	Dias em 1 ano	Equivalência em kg para 60kg na Terra
Mínima: +46°C Máxima: +485°C	225 dias terrestres	63,22Kg	Mínima: -125°C Máxima: -20°C	687 dias terrestres	22,29Kg

CMSP (2024)

5.6.4 Aula 22: Astrobiologia

A próxima aula a ser descrita e analisada apresenta o título “Astrobiologia”, do qual está relacionada diretamente com o tema da presente pesquisa. Tal aula demonstra grande interesse ao abordar uma área de conhecimento em ascensão e que vem ganhando cada vez mais espaço no ramo científico, tecnológico, midiático e, atualmente, educacional. Entre os conteúdos destacados no início do material digital, encontram-se os termos: Astrobiologia; Vida fora da Terra e Organismos extremófilos. Os objetivos da aula foram divididos em 1) *Conhecer as limitações das leis físicas que envolvem tanto a condição de vida na Terra quanto as condições extremas* e 2) *Comparar fatores capazes de propiciar a vida humana, bem como sua sobrevivência, em ambientes extremos*.

O conteúdo inicia-se com o tópico *Relembre*, citando sobre os tardígrados, organismos resistentes que apresentam uma gama de habitats, como geleiras e o espaço. A sequência da aula apresenta uma manchete no Portal Butantan sobre a capacidade do tardígrado realizar o processo de criptobiose. Com base nessas informações, o material propõe aos alunos responderem a seguinte questão: *Como um ser vivo pode “pausar” seu organismo e continuar vivo por um longo período?* Novamente, trata-se de uma questão complexa, do qual o professor deve apresentar conhecimento sobre o específico processo a fim de realizar a correção da resposta dos estudantes, visto que o material digital não apresenta a resolução do exercício (Figura 30).

Figura 30 — Retomada de conteúdo sobre os tardígrados.

Relembre

Seres resistentes

Na última aula, conhecemos um grupo de organismos muito **resistentes** a diferentes condições ambientais: os **tardígrados**.

Esses organismos já foram encontrados em locais como:

- estacionamentos;
- geleiras;
- picos de cordilheiras;
- florestas úmidas; e
- espaço, dentre outros locais extremos.



Diferentes locais onde tardígrados podem ser encontrados.

Elaborado especialmente para a aula com imagens © Getty Images.

Para começar

Tardígrados: seres com muita resistência

Leia a manchete da seguinte notícia sobre **tardígrados**:

Portal do Butantan

Criptobiose: animal mais resistente do mundo consegue "pausar" o organismo e viver décadas sem água

Com 0,5 milímetro de tamanho, tardígrados suportam temperaturas extremas, radiação e até o vácuo do espaço

Publicado em 21/11/2023

Reprodução: BUTANTAN, 2023. Disponível em: <https://butantan.gov.br/butantan-educar/criptobiose-animal-mais-resistente-do-mundo-consegue-pausar-o-organismo-e-viver-decadas-sem-agua/>. Acesso em: 29 ago. 2024.

Considerando o que você já sabe sobre as condições necessárias para a manutenção de um ser vivo, converse com o colega ao lado:

Como um ser vivo pode "pausar" seu organismo e continuar vivo por um longo período?

Anote suas ideias no caderno.



Tardígrado: microrganismo eucarionte extremofílico

Elaborado especialmente para a aula com imagem © Getty Images

VIREM E CONVERSEM

TODO MUNDO ESCRIVE

CMSP (2024)

O *Foco no conteúdo* expõe sobre Astrobiologia e seu objeto de estudo, citando sua relevância e capacidade multidisciplinar de trabalhar com diferentes áreas de conhecimento. Em sequência, o material sugere um vídeo sobre exemplos de astrobiólogos brasileiros que realizam pesquisas na área.

O material dá continuidade apresentando uma fala de Douglas Galante, professor da Universidade de São Paulo e um dos pioneiros da Astrobiologia no Brasil. Ele cita sobre Europa e Encélado, luas geladas de Júpiter e Saturno que vêm ganhando destaque em estudos astrobiológicos sobre sua capacidade de habitar vida, visto que abaixo de suas superfícies geladas abrigam oceanos com água líquida (Figura 31).

Figura 31 — Citação do astrobiólogo brasileiro Douglas Galante sobre os estudos de luas geladas do Sistema Solar.

Foco no conteúdo

A vida fora da Terra

No vídeo, conhecemos o interesse da Astrobiologia em encontrar vida fora da Terra.

A seguir, leia uma fala de um dos pioneiros nos estudos em **Astrobiologia no Brasil**, Douglas Galante, professor do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP).

Os possíveis organismos vivendo em luas geladas precisariam suportar **temperaturas extremas**.

[CONTINUA →](#)

“Missões estão sendo planejadas para Vênus e para Europa e Encélado, as **luas geladas** de Júpiter e Saturno. Esses satélites são alvos muito interessantes do ponto de vista **astrobiológico**, porque têm, em suas superfícies, capas de gelo sob as quais estão oceanos líquidos gigantescos (...) muita água, atividade geotermal e toda a possibilidade de originar a vida.”

Fala de Douglas Galante em entrevista para o Jornal Unesp, em 2023. (SAMPAIO, 2023)

CMSP (2024)

O material dá continuidade com o subtítulo *Vivendo ao extremo*, apresentando o caso de microrganismos identificados ao redor de gêiseres do Parque Nacional de Yellowstone (EUA) no ano de 1964, apontando a existência de seres capazes de viver em locais com altas temperaturas e pressão. Em sequência, apresenta o conceito de extremófilo, um dos objetos de estudo da Astrobiologia. Como exemplo de microrganismo, o *slide* exhibe a imagem de *Deinococcus radiodurans*, uma bactéria que pode viver em ambientes com extrema radiação (Figura 32).

Figura 32 — Conteúdo sobre os organismos extremófilos.

Foco no conteúdo

Vivendo ao extremo

Como vimos, é possível encontrar vida em vulcões e geleiras, dentro e fora da Terra.

Em 1964, o microbiologista norte-americano **Thomas Brock** observou microrganismos ao redor de gêiseres do Parque Nacional de Yellowstone (EUA) que lançavam água a 82 °C, uma temperatura muito acima da tolerância dos seres vivos.

Identificou o organismo como uma arqueia (*Thermus aquaticus*), que não apenas tolerava altas temperaturas, mas também exigia essa temperatura para crescer.

Esses organismos são resistentes a baixíssimos níveis de umidade, ao vácuo e a pressões altíssimas.

Entre outros microrganismos, um dos principais objetos de estudo da Astrobiologia.

[CONTINUA →](#)



Parque Nacional de Yellowstone, com corpo d'água fervente

Reprodução: JIM PEACOCK/MEDIA COMMONS, 2001. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geyser_in_Yellowstone_National_Park.jpg. Acesso em: 25 ago. 2024.

SAIBA MAIS ★

Gêiseres são nascentes termais raras que entram em erupção periodicamente, lançando coluna de água e vapor quentes.

Foco no conteúdo



Deinococcus radiodurans, bactéria que pode viver em ambientes com extrema radiação.

Reprodução: MARTINS, 2019. Disponível em: <https://compartilhar.org.br/imagens-que-possuem-uma-vida-em-ambientes-extremos/>. Acesso em: 25 ago. 2024.

Extremófilos

A partir da descoberta de **Brock**, passou-se a conhecer um novo grupo de seres vivos – os **extremófilos** (do latim, **extremus** = extremo, e do grego, **philia** = afeição).

Os extremófilos são caracterizados como seres capazes de sobreviver em ambientes considerados extremos por terem temperaturas (quentes ou frias) e pH extremos, altos índices de radiação e salinidade.

[CONTINUA →](#)

CMSP (2024)

Seguindo com a aula, é exibido um quadro contendo a classificação dos organismos extremófilos. Nele são encontradas diferentes informações e termos complexos, o que pode acabar gerando certa dificuldade dos alunos em relação à interpretação do quadro. Entre os termos, encontram-se os organismos hipertermófilos, termófilos, psicrófilos, xerófilos, alcalinófilos e halófilos, porém o material não apresenta a definição específica de cada conceito, exigindo do professor o conhecimento prévio para abordar cada classificação e interpretar as diferentes informações exibidas no *slide* (Figura 33).

Figura 33 — Classificação dos organismos extremófilos.

Foco no conteúdo

Classes de extremófilos

Os extremófilos são divididos em **classes** a depender do **ambiente extremo** que habitam. Observe, abaixo, algumas dessas classes e alguns de seus representantes:

Parâmetro ambiental	Classes	Descrição	Exemplos
Temperatura	Hipertermófilos	Crescimento > 80 °C	<i>Pyrolobus fumarii</i>
	Termófilos	Crescimento 60-80 °C	<i>Synechococcus lividus</i>
	Psicrofilos	Crescimento < 15 °C	Alguns insetos
Vácuo		Tolerância ao vácuo (espaço ausente de matéria)	Tardígrados, insetos, micróbios e sementes
Dessecação	Xerófilos	Tolerância à falta de água	<i>Artemia salina</i> , nematodes, micróbios, fungos, líquens
Salinidade	Halófilos	Afinidade com sal (2-5 M NaCl)	Halobacteriaceae
pH	Alcalófilos	Afinidade por alto pH > 9	<i>Spirulina spp.</i> (pH 10.5)
	Acidófilos	Afinidade por baixo pH	<i>Ferroplasma sp.</i> (pH 0)

Fonte: Rothschild, Nature 2001.

CMSP (2024)

A partir do quadro exibido, o material digital apresenta uma questão alternativa sobre a classificação dos tardígrados, visto que estes animais habitam regiões vulcânicas (Figura 34). Entre as alternativas, encontram-se duas que podem gerar confusões nos alunos, já que a diferença entre a classificação se dá em poucas unidades de graus Celsius de diferença (Hipertermófilos: crescimento > 80°C e Termófilos: crescimento > 60-80°C).

Novamente é destacado sobre o tardígrado, onde são citadas diferentes informações sobre sua capacidade de “sono profundo”, do qual o animal se desidrata e reduz o metabolismo para sobreviver nos ambientes extremos, um processo nomeado como criptobiose. No mesmo contexto, dá-se atenção a estes organismos para o uso em pesquisas de exploração espacial, citando que

os efeitos de longas viagens na biologia animal podem ser extrapolados para os efeitos potenciais em seres humanos (Figura 35).

Figura 34 — Questão alternativa sobre a classificação dos tardígrados em relação às categorias dos organismos extremófilos.

Seres indestrutíveis

Tardígrados são frequentemente encontrados em ambientes com condições extremas. Recentemente, foram encontrados habitando regiões vulcânicas.

Considerando as diferentes classificações para seres **extremófilos**, os tardígrados de regiões vulcânicas são considerados:

Hipertermófilos	Termófilos
Psicrófilos	Halófilos

Elaborado especialmente para a aula com imagem © Getty Images

2024_AE_VI

CMSP (2024)

Figura 35 — Conteúdo sobre o uso de tardígrados nos estudos sobre a exploração espacial.

Foco no conteúdo

O superpoder dos tardígrados

Os pequenos ursos d'água (0,3-0,5 mm) são capazes de entrar em um "sono profundo" quando não estão em ambiente com umidade. Isso ocorre pois eles precisam de uma película de água ao redor de seus corpos para conseguirem respirar, como se vê no vídeo:

Em baixa de umidade, o animal se desidrata quase completamente, se encolhe e produz uma "capa" praticamente indestrutível. Seu metabolismo reduz para 0,01% da taxa normal, entrando em um tipo de dormência conhecida como criptobiose.

SAIBA MAIS

Tardígrados estão na Terra há 600 milhões de anos, isto é, cerca de 400 milhões de anos antes dos dinossauros.

Fonte: BUTANTAN, 2023

Link para vídeo

Urso d'água nadando entre algas

SCIENCEPHOTOLIBRARY

Tardígrado visto no microscópio.

NOTÍCIA ALTERNATIVA, Assista um tardígrado (urso-d'água) nadando entre algas - Vídeo disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=39-2U-25a-35&ab_channel=Not%C3%ADciaAlternativa. Acesso em: 25 ago. 2024.

Foco no conteúdo

Como os ursos d'água ajudam a exploração espacial?

Além de buscar por vida fora da terra, cientistas utilizam organismos como os tardígrados em **pesquisas** em ambiente espacial.

Em 2019, a sonda israelense *Beresheet* tentava pousar na superfície lunar e se chocou com ela, espalhando 30 milhões de tardígrados. Em 2021, outra missão levou, para Estação Espacial Internacional, tardígrados e lulas, com sucesso.

Experimentos feitos com esses organismos oferecerem resultados que podem ser extrapolados para humanos, ajudando a **exploração espacial**.

Fonte: SACANI, 2019.

“Os efeitos de viagens tão longas (até a Lua) na biologia animal podem ser extrapolados para efeitos potenciais em humanos.”

Joel Rothman, professor da Universidade da Califórnia

CMSP (2024)

A sequência da aula traz o tópico “Condições para a vida: tardígrados X humanos”, novamente comparando o animal e suas adaptações às condições ambientais extremas com os seres humanos, dos quais são incapazes de regular seu metabolismo para sua sobrevivência. Utilizando esse contexto, o material digital traz uma proposta para analisar as características de Marte e verificar se é humanamente possível fixar residência neste planeta. Em seguida,

é apresentada algumas informações sobre o planeta e cita o conceito de zona habitável do Sistema Solar, uma das regiões na qual Marte está localizado, juntamente com a Terra e Vênus (Figura 36).

Figura 36 — Conteúdos e atividades sobre as condições para a vida, a zona habitável e a resistência dos tardígrados.

Foco no conteúdo

Condições para a vida: tardígrados X humanos

Ao compararmos microrganismos como tardígrados aos seres humanos, torna-se evidente que eles demonstram resistência superior a ambientes extremos. Os seres humanos são incapazes de regular o metabolismo, além de necessitarem de condições específicas para a sua sobrevivência.

Pensando nisso, vamos analisar as características de **Marte** e verificar se é possível para o ser humano fixar residência neste planeta.

Compare ao lado algumas das características da Terra e de Marte:

Planeta Terra		
Temperatura de superfície	Dias em 1 ano	Equivalência em kg para 60 kg na Terra
Mínima: -89 °C Máxima: +58 °C	365 dias	60 kg

Planeta Marte		
Temperatura de superfície	Dias em 1 ano	Equivalência em kg para 60 kg na Terra
Mínima: -125 °C Máxima: +20 °C	687 dias terrestres	22,26 kg

Elaborado especialmente para a aula com imagens © Getty Images

CONTINUA →

Foco no conteúdo

A zona habitável do Sistema Solar

A temperatura média de Marte gira em torno de **-55 °C**.

Vários locais habitados da Terra têm temperaturas semelhantes – e até mais baixas. No entanto, a pressão atmosférica de Marte não chega a 1% da terrestre.

Mesmo assim, Marte está dentro da chamada Zona habitável do Sistema Solar. Nessa zona, o planeta está a uma distância suficiente do Sol para manter **água líquida** em sua superfície.



Sistema solar e sua zona habitável

Esquema da zona habitável do Sistema Solar

Fonte: NASA/Ames/JPL-Caltech. Elaborado especialmente para a aula

Na prática

Observe a manchete da notícia a seguir:

NOVA ESPÉCIE DE ANIMAL "INDESTRUTÍVEL" ENCONTRADA EM LUGAR SURPREENDENTE

Descoberta em um estacionamento no Japão, a espécie de tardígrado pode oferecer pistas de como o animal mudou com o tempo.

FOR ELAINA ZACHOS
PUBLICADO 2 DE MAR. DE 2019, 13:27 BRT. ATUALIZADO 5 DE NOV. DE 2020, 03:22 BRT

Reprodução: ZACHOS, 2019. Disponível em: <https://www.nationalgeographic.com.br/animal-indestrutivel-encontrado-em-lugar-surpreendente-1445229230402?content=related-articles>. Acesso em: 25 ago. 2024.

Com base em seus conhecimentos, responda às seguintes questões:

- Qual a ciência por trás de buscas por organismos vivos em outros locais do universo?
- Com base em seus habitats, tardígrados pertencem a que categoria de organismos?
- Como a identificação deste organismo pode ajudar a exploração espacial pelo homem?

Encerramento

Tardígrados: seres com muita resistência

Leia, novamente, a manchete da seguinte notícia sobre tardígrados:

Portal do Butantan

Criptobiose: animal mais resistente do mundo consegue "pausar" o organismo e viver décadas sem água

Com 0,5 milímetro de tamanho, tardígrados suportam temperaturas extremas, radiação e até o vácuo do espaço

Atualizado em 11/11/2024

Reprodução: BUTANTAN, 2023. Disponível em: <https://portal.butantan.gov.br/butantan-educao/criptobiose-animal-mais-resistente-do-mundo-consegue-entrar-em-estado-de-pausa-e-viver-decadas-sem-agua>. Acesso em: 25 ago. 2024.

Leia, também, a resposta que criou para a questão:

"Como um ser vivo pode pausar seu organismo e continuar vivo por um longo período?"

Depois, converse com o colega sobre possíveis alterações na resposta.



Tardígrado – microrganismo escarabatoide

CMSP (2024)

Ao final, no tópico *Na prática*, a atividade propõe que os alunos leiam o título de uma notícia sobre a descoberta de uma nova espécie de tardígrado, considerado um “animal” indestrutível. A partir da leitura, são apresentadas duas questões para os estudantes responderem no caderno: Com base em seus conhecimentos, responda às seguintes questões: a) *Qual a ciência por trás de buscas por organismos vivos em outros locais do universo?*; b) *Com base em seus habitats, tardígrados pertencem a que categoria de organismos?* e c) *Como a identificação deste organismo pode ajudar a exploração espacial pelo homem?* É possível observar que as duas primeiras questões tratam-se de perguntas fechadas, associadas à Astrobiologia e a categoria de organismos extremófilos. Dentro da área da Ciência, é importante desenvolver habilidades que vão além das respostas diretas e memorísticas, mas também que envolvam outras

capacidades mentais como reflexão e criticidade, da qual a terceira questão pôde se encaixar mais adequadamente a esta categoria.

Da mesma maneira que a aula anterior, a próxima atividade refere-se a uma retomada de uma questão já discutida anteriormente. Novamente, o material digital traz a manchete do Portal Butantan sobre os tardígrados, porém, dessa vez com exercício para que os alunos reflitam sobre a questão: *Como um ser vivo pode pausar seu organismo e continuar vivo por um longo período?*, a fim de realizar alterações na resposta elaborada anteriormente.

5.6.5 Aspectos e análise geral das aulas de Ciências do 9º ano a partir de uma perspectiva astrobiológica

Considerando a habilidade curricular (EF09CI16) *Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares*, os objetos de conhecimento, os objetivos e os conteúdos abordados no 9º ano, foi identificado que estes estão diretamente relacionados com os eixos temáticos da Astrobiologia, como: 1) A origem e evolução da vida, 2) A química da origem da vida, 3) Extremófilos, 4) Zonas habitáveis, 5) Exploração espacial e 6) Busca de vida fora da Terra e além do Sistema Solar, contemplando cinco dois oito temas determinados previamente.

Na aula 17, ao discutir sobre conquista espacial, são estabelecidas reflexões e discussões sobre o custo-benefício das missões espaciais, podendo estes serem monetários, sociais e ambientais (Baum, 2009). Ao abordar sobre a sobrevivência da espécie humana no espaço, é possível integrar temas de fisiologia e anatomia humana, visto que o organismo não é adaptado para sobreviver em ambientes extremos, o que pode causar impactos diretos na sua física e mental dos astronautas. Com a Astrobiologia associada ao entendimento dos limites da vida, as viagens tripuladas tornam-se objeto de estudo sobre como o ser humano corresponde a ambientes extremos, como por exemplo a microgravidade, a radiação cósmica e o isolamento. No entanto, uma vantagem é a possibilidade do espaço ser um ponto de refúgio para caso ocorra

alguma catástrofe no planeta Terra (Szocik, 2019) ou até mesmo o esgotamento de recursos naturais, um ponto que poderia ser abordado no material digital, visto que ele está associado ao eixo temático *O futuro da vida no planeta Terra*.

Em relação a mesma aula, é possível identificar que o material digital apresenta erros conceituais sobre determinados termos utilizados na exploração espacial. O termo “astroturista” citado no material pode causar uma concepção incorreta sobre a prática, visto que a atividade de astroturismo é diferente do turismo espacial. O primeiro aspecto diz respeito à denominação utilizada pela Agência Espacial Europeia (ESA), que recomenda substituir o termo “turismo espacial” por “voo suborbital”. Essa expressão refere-se às viagens realizadas por espaçonaves privadas que alcançam altitudes capazes de proporcionar breves momentos de ausência de gravidade, sem, contudo, completar uma órbita em torno da Terra (National Geographic Brasil, 2023). Em contrapartida, o astroturismo é considerado uma atividade que visa a observação de fenômenos astronômicos, tal como a contemplação do céu e das estrelas (Rodrigues *et al.*, 2024). Portanto, são atividades astronômicas e turísticas realizadas na Terra. Apesar dos termos se assemelharem, eles apresentam objetivos, práticas e contextos distintos, necessitando, portanto, de uma revisão conceitual para evitar ambiguidades.

Ainda considerando a aula 17, é possível ampliar a discussão da exploração humana e sua relação com as questões socioambientais do planeta. A importância de uma abordagem crítica, privilegiada pela própria BNCC, permite comparar o desejo de certos grupos humanos em explorar o espaço e a negligência em relação aos problemas ambientais da Terra. Ademais, o debate possibilita o desenvolvimento de competências como a argumentação e promove o envolvimento dos estudantes de forma ativa no processo de ensino e aprendizagem (Souza e Queiroz, 2018). No entanto, tais habilidades de argumentação foram pouco trabalhadas, visto que o material é focado em uma abordagem teórica e conteudista.

Referente a aula 20, o material digital dá ênfase em um dos principais componentes associados à vida no Universo: a presença de água líquida, requisito essencial no campo de estudos da Astrobiologia. Apesar da aula utilizar

objetivos de aprendizagem genéticos, como *Entender e Reconhecer*, uma das atividades apresenta grau mais complexo e exige a elaboração de uma hipótese sobre o surgimento da água no planeta Terra. Segundo Souza (2012), a construção de hipóteses é uma etapa essencial para as práticas investigativas no ensino de Ciências, pois os estudantes são mobilizados a criarem, imaginarem e a buscarem a solução para resolver um problema.

Azevedo (2004) considera que questões ou problemas em aberto como ponto de partida é um aspecto fundamental para a construção de um novo conhecimento. Dessa forma, o aluno poderá desenvolver determinadas características do trabalho científico, como refletir, discutir, explicar, relatar etc., cujo a autora considera crucial na aprendizagem de procedimentos e atitudes, dos quais são tão importantes quanto a aprendizagem de conceitos/conteúdos. No entanto, é comum verificar que o material digital não prioriza tais atividades, mas sim aquelas voltadas à questões fechadas ou com respostas baseadas na memorização de conceitos.

Em relação à aula 21, são abordadas diferentes teorias sobre a origem da vida e as condições da Terra Primitiva, um conteúdo rico capaz de associar diferentes disciplinas, como Química, Biologia, Geologia, Fisiologia Humana, Astronomia, Física etc.

As diferentes perspectivas sobre o surgimento da vida no planeta Terra, como a Panspermia e a Evolução Química, permite que os alunos reconheçam os diferentes processos e possibilidades para a origem dos organismos em um contexto cósmico. No entanto, apesar da aula citar que a Evolução Química é a teoria mais aceita, é importante abordar e discutir com os estudantes o motivo desse consenso na ciência. Apesar da Panspermia ser adotada por muitos cientistas ao longo da história, até o momento não há evidências que comprovem que o fenômeno realmente ocorreu, ainda que existam experimentos que demonstraram a sobrevivência de microrganismos em viagens espaciais (Abrevaya *et al.*, 2011).

Um ponto de destaque na aula é o uso de exemplos práticos de estudos científicos na área da Astrobiologia, onde o material dá destaque sobre a detecção de matéria orgânica em Marte e o uso de tardígrados em pesquisas de sobrevivência no espaço.

Em muitos casos, são utilizadas notícias de divulgação científica sobre os temas da vida no espaço, uma prática que Piozevan (2020) destaca como forma de suprir a carência de um espaço para os estudantes tirarem as dúvidas sobre os temas astronômicos. No entanto, é necessário que os professores e estudantes tenham acesso ao conteúdo na íntegra, visto que somente a manchete da notícia não é o suficiente para a construção do embasamento teórico docente e o suprimento das dúvidas e questionamentos dos estudantes ao longo da aula.

O final da aula apresenta uma atividade que estimula a comparação de variáveis físicas entre planetas rochosos do Sistema Solar. Novamente, por se tratar de diferentes características planetárias, a atividade exige a mediação crítica do professor de Ciências sobre os limites e possibilidades de colonização humana em outros planetas. Pelo fato do material não discutir e não oferecer embasamento teórico suficiente para reconhecer as diferentes adaptações humanas para sobrevivência no espaço, torna-se responsabilidade do professor buscar por essas informações. Logo, a inserção de temas contemporâneos no currículo de Ciências, como a Astrobiologia, deve estar integrada ao suporte formativo do professor, caso contrário, as propostas das atividades tendem a ser superficiais e descontextualizadas, além de gerar diversos questionamentos aos alunos.

Na aula 22, destinada especificamente a Astrobiologia, é possível verificar que a área e seus objetos de conhecimento já estão diretamente presentes no contexto escolar, visto que encontra-se até mesmo como um tema específico na aula de Ciências no nono ano da rede estadual paulista.

Durante a abordagem do conteúdo, é utilizada uma citação do pesquisador Douglas Galante, astrobiólogo brasileiro reconhecido e renomado na área. Porém, não foi apresentada nenhuma imagem do pesquisador, o que pode afetar a familiaridade e o reconhecimento dos alunos de uma forma mais abrangente. No entanto, ao destacar um pesquisador brasileiro de grande relevância para a Astrobiologia, os estudantes têm a oportunidade de conhecer e se identificar com a área, visto que ela já apresenta campo de estudo científico no país, não sendo, portanto, algo distante do imaginário dos alunos.

A aula dá destaque a um dos principais objetos de estudo da Astrobiologia: os organismos extremófilos. Com isso, o material favorece a compreensão de que a vida pode persistir sob condições consideradas inóspitas e extremas, aproximando o conteúdo escolar das discussões contemporâneas dos eixos temáticos astrobiológicos. Durante a abordagem do conteúdo, é apresentada uma tabela da classificação dos extremófilos. Apesar de conter diversas informações relevantes sobre as diferentes categorias destes organismos, do ponto de vista didático percebe-se um formato predominantemente descritivo e memorístico, além do uso de termos complexos que muitas vezes podem causar confusão e dificuldade no processo de ensino e aprendizagem.

Novamente o material dá destaque aos tardígrados, dessa vez utilizando uma manchete com linguagem tendenciosa ao descrevê-lo como “animal indestrutível”. Piozevan e Gama (2021) destacam que estes problemas são encontrados em textos midiáticos nos quais os conceitos científicos são tratados incorretamente ou de maneira sensacionalista. Sendo assim, a ausência de problematização crítica de narrativas midiáticas podem criar concepções equivocadas sobre os limites da vida. É necessário, portanto, que os estudantes ampliem suas percepções acerca da necessidade de se questionar sobre a confiabilidade das fontes de informação.

5.7 Vinculação dos temas astrobiológicos com o Material Digital do Estado de São Paulo - Ensino Médio

Após a análise do material digital da etapa do Ensino Fundamental (Anos Finais), oferecidos diretamente do repositório institucional do Centro de Mídias do Estado de São Paulo (CMSP), foram analisadas as aulas oferecidas ao Ensino Médio, das quais encontraram-se conteúdos com correlação direta aos eixos temáticos de Astrobiologia. Foram selecionadas aulas referentes ao 1º ano Ensino Médio no ano de 2024, a partir do escopo-sequência e dos materiais que apresentaram associação às habilidades curriculares e os temas astrobiológicos. No Quadro 10 são apresentados os títulos das aulas e seus respectivos objetivos de aprendizagem.

Quadro 10 — Aulas e habilidades curriculares associadas à Astrobiologia na disciplina de Biologia selecionadas para a análise de conteúdo.

Série/Ano	Bimestre	Habilidade curricular	Número e Título da aula
1º ano	2º	(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidades, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.	1 - Efeito estufa - Manutenção da vida
	3º	(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.	9 - Teorias científicas sobre a origem da vida
			11 - Surgimento e evolução da vida
			12 - Teorias científicas sobre evolução

CMSP (2024)

Referente ao 2º ano da Etapa do Ensino Médio, foi verificada a habilidade *(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica*. No entanto, ao associá-la com o material digital do Currículo Paulista (CP), a abordagem sobre as radiações não apresentou relações diretas com a Astrobiologia. Ainda assim, é possível articular o tema com os riscos da exploração espacial e também com os organismos extremófilos. Chefer (2023) reconhece a correlação entre as radiações e os extremófilos que resistem a alta taxa de propagação eletromagnética, aos efeitos colaterais das radiações ionizantes no corpo humano e a detecção de sinais de vida. No entanto, o CP restringiu-se ao conceito de radiação solar e seus efeitos ao corpo humano, justificando, portanto, a ausência da descrição da aula nos próximos tópicos.

5.8 Descrição das aulas do 1º ano do Ensino Médio em uma perspectiva astrobiológica

5.8.1 Aula 1: Efeito Estufa - Manutenção da Vida

A aula intitulada “Efeito Estufa - Manutenção da Vida” apresenta um único objetivo, descrito como *Compreender a importância do efeito estufa como fenômeno natural*. Os conteúdos abordados são voltados ao próprio fenômeno do efeito estufa e a composição atmosférica.

O material digital dá início com um vídeo que exhibe e narra as diferenças entre o planeta Terra e o seu satélite natural: a Lua. A comparação é interligada com o fenômeno do efeito estufa, no qual é responsável pela manutenção do equilíbrio térmico do planeta, evitando, portanto, as variações de temperatura entre o dia e a noite. Em relação ao vídeo, a primeira atividade proposta é conhecida como *Todo mundo escreve*, onde os alunos devem responder a questão: *Qual característica diferencia o planeta Terra da Lua no que diz respeito à manutenção da temperatura?*

Em seguida, o *slide* cita que a diferença é causada pela atmosfera dos dois astros. Entre as perguntas exibidas no material, os alunos devem responder quais são os principais gases atmosféricos existentes no planeta (Figura 37).

A aula expõe um texto contendo as porcentagem dos principais gases atmosféricos e, em sequência, cita sobre a Terra Primitiva, da qual o material define como “um ambiente totalmente inóspito para a sobrevivência de organismos com as características que conhecemos hoje” (Figura 38).

Figura 37 — Conteúdos e atividades da aula “Efeito estufa - Manutenção da vida” do 1º ano do Ensino Médio.

Curriculo em Ação MATERIAL DIGITAL

1ª SÉRIE

Biologia

Efeito estufa - Manutenção da vida

2º bimestre - Aula 1
Ensino Médio

Secretaria de Educação SÃO PAULO

Para começar


Assista ao vídeo *Como os gases de efeito estufa realmente funcionam?* | *Minuto da Terra*, registre as informações relevantes e responda:

Qual característica diferencia o planeta Terra da Lua no que diz respeito à manutenção da temperatura?

Todo mundo escreve!

<https://youtu.be/ZoxCnVUJCwQ?si=xTaAVVIE8pnmhS80>

Gases de efeito estufa: como eles funcionam?

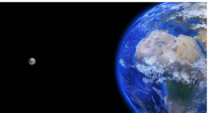


Foco no conteúdo

Composição da atmosfera

O que nos difere da Lua, quando se trata de manutenção da temperatura, é nossa atmosfera!

Pensando nisso e **com base no vídeo anterior**, você sabe qual é a composição da nossa atmosfera?



Foco no conteúdo

A atmosfera terrestre é composta por uma mistura: **78% de gás nitrogênio, 21% de gás oxigênio e 1% de outros gases** como argônio, metano, ozônio, vapor de água e gás carbônico.

O **gás carbônico** presente na atmosfera é produzido pela respiração dos seres vivos e pela atividade vulcânica, de forma natural, mas sua produção também é potencializada por atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis.

CMSP (2024)

Figura 38 — Conteúdo sobre as características da Terra Primitiva.

Foco no conteúdo

Terra primitiva

Nossa atmosfera sempre foi assim?

Não! A Terra primitiva, como é chamado o período dos primórdios da formação do nosso planeta, era um ambiente totalmente **inóspito** para a sobrevivência de organismos com as características que conhecemos hoje.

Era um ambiente **muito quente**, cuja atmosfera apresentava **vapor de água, gás metano, dióxido de carbono e gás nitrogênio** em abundância, além de baixa concentração de **gás oxigênio**, o que impedia a formação de uma camada de **ozônio**.


O dispositivo precisa ser reiniciado para instalar as

CMSP (2024)

O tópico *Na prática* exibe uma questão relacionada à Terra Primitiva e os raios ultravioleta. A resolução da pergunta é referente a camada de ozônio que protege o planeta, do qual o tema foi abordado de forma superficial no *slide* anterior. Outra atividade é apresentada, dessa vez utilizando a comparação entre duas imagens: uma da Terra e outra de uma estufa de plantas. A questão propõe que os estudantes analisem as imagens e verifiquem o que elas têm em

comum e, em sequência, é apresentada a resolução em um pequeno texto (Figura 39).

Figura 39 — Atividades sobre a Terra Primitiva e análise de imagens sobre o efeito estufa. CMSP (2024)

<p>Na prática</p> <p>Acredita-se que a Terra primitiva apresentava temperatura bastante elevada e era constantemente bombardeada por raios ultravioletas. Os raios ultravioletas atingiam o planeta com alta frequência devido à ausência de:</p> <ol style="list-style-type: none"> Gás oxigênio Camada de ozônio Metano Vapor d'água Efeito estufa 	<p>Na prática</p> <p>Analise as imagens a seguir e, com base no que foi abordado na aula, responda:</p>  <p>1) O que estas duas imagens apresentam em comum?</p>
--	---

A aula é finalizada novamente com uma questão discursiva, onde os estudantes devem elaborar um texto explicando como os gases da atmosfera são fundamentais para a manutenção da vida no planeta.

5.8.2 Aula 9 - Teorias científicas sobre a origem da vida


A aula 9, com o título “Teorias científicas sobre a origem da vida”, tem o objetivo de *Conceituar e analisar: panspermia cósmica, evolução química, abiogênese e biogênese*. O material inicia com uma citação de Jan Baptista van Helmont (1580-1644), sobre a geração espontânea. A partir de uma “receita” sobre o surgimento de ratos, são apresentadas duas questões para os alunos discutirem: 1) *Por que a “receita” dava resultado?* e 2) *Podemos considerar essas instruções como um experimento?* (Figura 40).

Figura 40 — Aula sobre as teorias científicas sobre a origem da vida, introduzindo o conteúdo sobre geração espontânea. CMSP (2024)

Em sequência, a aula expõe o conceito de abiogênese e cita que na época o método científico não havia sido consolidado. Os *slides* seguem com o tópico *Retomada* que expõe uma figura das etapas do método científico. No entanto, é citado que os pensadores da época baseavam suas ideias em

Currículo em Ação

MATERIAL DIGITAL



Biologia

1ª
SÉRIE

Teorias científicas sobre a origem da vida

3º bimestre – Aula 9
Ensino Médio

Secretaria do Estado de Educação
SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

Para começar

Receita para geração de ratos

A citação em destaque é uma tradução de instruções do séc. XVIII para gerar vida (no caso, de ratos) de **forma espontânea**.

Ela representa uma teoria sobre como a vida pode ser originada, inclusive defendida por pensadores e cientistas da nobreza desse período.

- Por que a “receita” dava resultado?
- Podemos considerar essas instruções como um experimento?

5 MINUTOS

Num jarro, colocar algumas roupas de baixo suadas e depois cobrir com trigo.

Após 21 dias ocorre a geração de camundongos adultos e totalmente formados.

Jan Baptista van Helmont (1580-1644)

VIREM E CONVERSEM!

observações diretas, das quais se relacionavam com crenças e com o senso comum.

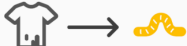
O material digital dá continuidade com a teoria da biogênese, proposta por Francesco Redi (1626-1697). É citado sobre o experimento realizado pelo cientista, que investigou a origem de larvas em carne em decomposição. Dessa forma, foi comprovado que as larvas não surgiam de maneira espontânea, mas devido a deposição de ovos por moscas.

O tópico *Todo mundo escreve* estabelece que os alunos proponham a elaboração de um experimento aplicando as etapas do método científico para testar a receita de geração de ratos elaborada por Jan Baptista van Helmont. A partir das ideias, é orientado o registro no caderno com as falhas presentes na “receita”. Vale ressaltar que os alunos não são conduzidos a aplicar o experimento de forma prática, mas sim elaborá-lo de maneira teórica. A sequência do *slide* é seguida com a correção da resposta, evidenciando que Van Helmont utilizou um método não controlado e sem rigorosidade (Figura 41).

Figura 41 — Conteúdos e atividades sobre as teorias da origem da vida e as etapas do método científico.

Foco no conteúdo

Abiogênese




A abiogênese se refere à teoria de que a vida pode surgir a partir da matéria não viva, isto é, através de uma **geração espontânea**. Ela foi proposta e defendida por pensadores em diversos períodos da história, como:

- Platão e Aristóteles (Grécia Antiga, séc. IV a.C.);
- São Tomás de Aquino (Idade Média, séc. XIII);
- Galileu, Newton e Francis Bacon (Revolução Científica, séc. XVII).

Embora a ideia pareça absurda hoje, o método científico ainda não havia se consolidado.

Foco no conteúdo

Retomando..




Fonte: Ebrazi, MariaCrista, Wikimedia Commons.

Sem **ferramentas avançadas** como microscópios e **experimentos controlados**, pensadores baseavam-se em observações diretas para explicar fenômenos naturais, tornando a geração espontânea uma tentativa racional de entender a origem da vida dentro dos limites do conhecimento desses períodos, indo de encontro com crenças e o senso comum.

Crença: ação de crer na verdade ou na possibilidade de uma coisa. Trata-se do ato de acreditar que algo é verdadeiro ou possível, independentemente de provas concretas. É um processo mental em que se aceita algo como verdadeiro.

Foco no conteúdo

Abiogênese x biogênese



Um dos principais cientistas a contestar e refutar de **forma sistemática** a origem da vida pela abiogênese, ou geração espontânea, foi Francesco Redi (1626-1697), um médico e naturalista italiano.

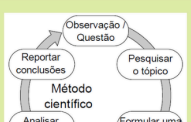
No final do século XVII, Redi realizou uma série de experimentos para investigar a origem

Na prática

TODO MUNDO ESCRIVE!

Agora é com você!

Proponha a elaboração de um experimento, **aplicando as etapas do método científico**, para testar a “receita” de Jan Baptista van Helmont (receita para geração de ratos), citada




CMSP (2024)

Novamente uma teoria é apresentada, sendo dessa vez a Panspermia. São citados diferentes pensadores e cientistas que elaboraram a ideia, como o filósofo grego Anaxágoras e os cientistas Hermann von Helmholtz e William Thomson, dos quais propuseram a teoria que meteoros poderiam transportar formas de vida pelo espaço. Em sequência é sugerido um vídeo do canal Nerdologia, com o título “A vida veio do céu”. É descrito de forma breve sobre a panspermia, evidenciando que a teoria sugere que microrganismos ou material biológico podem viajar entre planetas, luas e sistemas solares, transportados por meteoritos, cometas ou poeira cósmica (Figura 42).

A última teoria abordada refere-se à Evolução Química, a qual postula que as formas de vida teriam se originado a partir da aglomeração progressiva de compostos orgânicos. O material descreve de maneira sucinta esse processo, destacando que compostos mais simples, inicialmente inorgânicos, reagiram sob a ação de descargas elétricas e da exposição à radiação ultravioleta na Terra Primitiva, possibilitando a formação de moléculas progressivamente mais complexas (Figura 43).

Figura 42 — Conteúdo destacando a panspermia.

<p>Foco no conteúdo</p> <p>Panspermia – A hipótese (ou teoria) da origem extraterrestre da vida</p> <p>A ideia de que a vida pode ter se originado fora da Terra e se espalhado pelo cosmos não é nova. No século V a.C., o filósofo grego Anaxágoras sugeriu que sementes da vida poderiam estar espalhadas por todo o universo. Essa ideia voltou a ganhar atenção no século XIX.</p> <p>Por volta de 1879, cientistas como Hermann von Helmholtz e William Thomson propuseram que meteoros poderiam transportar formas de vida pelo espaço. Svante Arrhenius, mais tarde, sugeriu que esporos poderiam ser carregados pela pressão da radiação estelar, formalizando a hipótese da panspermia cósmica.</p> <p>Panspermia: do grego <i>pan</i>, "todos"; <i>sperma</i>, "semente".</p>	<p>Foco no conteúdo</p> <p>Assista ao vídeo até 3:00</p> <p>A panspermia sugere que microrganismos ou material biológico podem viajar entre planetas, luas e sistemas solares, transportados por meteoritos, cometas ou poeira cósmica.</p> <p>Esse material biológico, protegido dentro de rochas ou gelo, poderia sobreviver às condições extremas do espaço, como radiação e vácuo, permitindo a disseminação da vida por diferentes corpos celestes.</p> <p>Assista ao vídeo que discute as críticas e os embasamentos a essa hipótese.</p>  <p><small>"A vida veio do céu", do canal Nerdologia. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=7ECa5d0eZ48&feature=youtu.be.</small></p>
---	---

CMSP (2024)

Figura 43 — Conteúdo sobre teoria da Evolução Química.

Foco no conteúdo

2024-EM-VI

Evolução química – A hipótese (ou teoria) da origem terrestre da vida

Uma corrente de pensamento mais recente (séc. XX) e aceita propõe que as primeiras formas de vida teriam se originado a partir da **aglomeração de compostos orgânicos**. Estes, por sua vez, teriam sido formado a partir de compostos mais simples (inorgânicos) que reagiram pela ação de **descargas elétricas e exposição a raios UV**, condições presentes na Terra primitiva. Assim, antes da evolução biológica, ocorreu um processo evolutivo químico, isto é, com as moléculas.

Assim, a **evolução química** se refere ao processo gradual no qual moléculas simples se combinam e reagem para formar biomoléculas mais complexas, eventualmente levando à origem da vida na Terra.

Estudaremos os experimentos que embasaram essa hipóteses nas próximas aulas!

CMSP (2024)

Por último, o material digital expõe a diferença entre evidência, hipótese e teoria científica. Em sequência, traz “O caso das formigas”, onde os insetos aparecem espontaneamente em uma barra de chocolate, situação semelhante à “receita” do surgimento de ratos. A partir deste caso, os alunos devem considerar que as formigas não se originaram pela geração espontânea e, portanto, devem descrever um experimento simples que poderia ser realizado para testar sua hipótese. A aula finaliza com a correção da questão descrevendo um experimento para observar a manifestação de formigas em dois recipientes diferentes: um fechado e outro lacrado (Figura 44).

Figura 44 — Atividade e correção sobre “O caso das formigas”.
CMSP (2024)

Aplicando	Aplicando
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <h4 style="margin: 0;">O caso das formigas</h4> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> </div> <p style="font-size: 8px; margin-top: 5px;">Na ciência, evidência refere-se a dados observáveis e mensuráveis que sustentam uma hipótese ou teoria científica. As hipóteses são suposições iniciais que podem ser testadas, enquanto as teorias científicas são explicações amplas e bem fundamentadas baseadas em evidências acumuladas ao longo do tempo.</p> <p style="font-size: 8px;">Imagine a seguinte situação: você percebeu que formigas surgiram em um chocolate que foi esquecido em cima da mesa da cozinha. As formigas parecem ter aparecido do nada, o que levanta a questão: de onde elas vieram? Após a aula, sua hipótese é que o chocolate não deu origem às formigas por geração espontânea.</p> <p style="font-size: 8px;">Descreva um experimento simples que poderia ser realizado para testar sua hipótese. Lembre-se do exemplo da aula e da importância de controlar condições.</p> </div> <div style="text-align: right; font-size: 8px; color: white; background-color: #f44336; padding: 5px; border-radius: 5px;"> TODO MUNDO ESCREVE! </div> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 10px; font-size: 8px; color: white; background-color: #92d050; padding: 2px 5px; border-radius: 5px;"> 10 MINUTOS </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <h4 style="margin: 0;">Correção</h4> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> </div> <p style="font-size: 8px; margin-top: 5px;">Uma possibilidade para testar a hipótese seria colocar dois chocolates iguais, um num recipiente lacrado e outro num recipiente aberto (esquecido), em um ambiente adequado para a sobrevivência das formigas, fora da geladeira, por exemplo. Após um período de observação, verificar se as formigas aparecem apenas no doce em recipiente aberto e esquecido, enquanto o doce no recipiente lacrado não atrai formigas. Se as formigas aparecerem apenas no doce do recipiente aberto e esquecido, isso suportaria a hipótese de que o chocolate não originou espontaneamente as formigas.</p> </div> </div>

5.8.3 Aula 11 - Surgimento e evolução da vida

Dando continuidade ao último conteúdo, a aula de número 11 tem o título “Surgimento e evolução da vida”. Seu objetivo principal é descrito como *Analisar e discutir: terra primitiva, teoria de Oparin e Haldane e experimento de Urey e Miller*.

A primeira atividade, definida como *Virem e conversem*, apresenta uma ilustração da Terra Primitiva e questionamentos sobre o conhecimento dos estudantes em relação aos termos *Terra primitiva, mares primitivos e sopa primordial*. Em sequência, o material digital expõe diversas características da Terra Primitiva, trazendo diversos conceitos e características em relação a sua atmosfera, superfície e oceanos (Figura 45).

Novamente é apresentado um texto extenso contendo a descrição da hipótese de Oparin-Haldane sobre a “sopa primordial” e a formação de coacervados. Em um dos *slides*, é exibido uma pequena ilustração sobre o processo (Figura 46).

Figura 45 — Conteúdos e atividades sobre o surgimento e evolução da vida.

Curriculo em Ação MATERIAL DIGITAL **1ª SÉRIE** **Biologia**

Surgimento e evolução da vida

3º bimestre - Aula 11
Ensino Médio

Para começar

Observe a imagem e responda!

Terra primitiva, mares primitivos, sopa primordial...

Já ouviu falar desses termos?
O que você sabe sobre eles?

2 MINUTOS **VIREM E CONVERSEM!**

Foco no conteúdo

A Terra primitiva

Embora seja impossível obter dados diretos de como eram as condições exatas do planeta há bilhões de anos, os cientistas usam métodos e informações de diferentes áreas para reconstruir o ambiente e as características da Terra primitiva. Várias dessas características eram diferentes das quais estamos familiarizados hoje. Aqui estão algumas das principais características desse período:

- **Atmosfera:** era composta principalmente por gases como metano, amônia e dióxido de carbono, além de vapor d'água. Além de não ter uma camada de ozônio, **não havia gás oxigênio** na atmosfera, o que significa que o ambiente não era adequado para seres vivos aeróbios;
- **Oceanos primitivos:** Confinavam muitos minerais e compostos químicos dissolvidos, além de temperaturas mais altas do que os oceanos atuais. Essa última característica proporcionava intensa evaporação, o que gerou deposição de sais;

Foco no conteúdo

- **Ambiente inóspito:** nesse período, a Terra sofria colisões frequentes de asteroides e cometas, o que causava grandes explosões e mudanças significativas na superfície terrestre; além disso, a composição da atmosfera propiciava descargas elétricas e entrada da radiação ultravioleta em grande intensidade;
- **Superfície terrestre:** a atividade vulcânica era intensa, com erupções constantes, lançando lava e gases para a superfície. Essa atividade também ajudou a moldar a paisagem da Terra primitiva e a formar montanhas e outras ocorrências geológicas;
- **Seres vivos:** no início, não havia plantas, animais ou qualquer forma de vida complexa. **A Terra primitiva era um lugar vazio em termos de seres vivos.**

CONTINUA

CMSP (2024)

Figura 46 — Conteúdo sobre a hipótese de Oparin e Haldane.

Foco no conteúdo

A hipótese de Oparin e Haldane - A Sopa primordial

Na década de 1920, dois cientistas, o russo Alexander Oparin (1924) e o britânico John Haldane (1929) propuseram, de forma independente, o que ficou conhecido como a **hipótese de Oparin-Haldane**.

Em termos gerais, a Terra era um ambiente extremamente inóspito, não apresentando as características essenciais para a existência de seres vivos, como os conhecemos hoje. Nas condições ambientais da Terra primitiva, os compostos inorgânicos e simples da atmosfera podem ter reagido, resultando na formação de moléculas orgânicas básicas da vida (aminoácidos e nucleotídeos). Com as chuvas, essas moléculas teriam se **acumulado gradualmente** nos oceanos primitivos, formando uma **"sopa primordial"** rica em compostos orgânicos.

Estes compostos **se formaram** a partir de reações químicas induzidas por fontes de energia como calor, raios e radiação ultravioleta. Essas moléculas, em altas concentrações, puderam **se interagir** e formar estruturas mais complexas.

CONTINUA →

Foco no conteúdo

Quando essas moléculas se juntaram na água, elas formaram gotículas microscópicas chamadas **coacervados**.

Os **coacervados** estão diretamente relacionados a essa **teoria de evolução química**, pois representariam um estágio de organização intermediário na formação de vida a partir da "sopa" de moléculas orgânicas.

Dentro dessas gotículas, as moléculas ficaram mais concentradas, facilitando reações químicas que levariam à **formação de estruturas mais complexas** e funcionais, eventualmente podendo ter resultado nas primeiras formas de vida celular.

A vida surgiu na água!

Teoria de Oparin e Haldane

calor dos vulcões

descargas elétricas

radiação UV

moléculas orgânicas grandes

coacervados

célula de RNA ancestral

sopa primordial

CMSP (2024)

O material digital dá sequência ao experimento de Stanley Miller e Harold Urey, a fim de testar a hipótese de Oparin-Haldane. É descrito como foi realizado o experimento para simular a atmosfera da Terra primitiva, juntamente com um esquema representativo dos equipamentos utilizados em laboratório (Figura 47).

Figura 47 — Conteúdo sobre o experimento de Stanley Miller e Harold Urey.

Foco no conteúdo

Recriando as condições da Terra primitiva

Em 1953, **Stanley Miller e Harold Urey**, cientistas da Universidade de Chicago nos EUA, realizaram um experimento **para testar**, em laboratório, a hipótese de Oparin e Haldane.

O objetivo era investigar se a origem de moléculas orgânicas, como os aminoácidos, era possível a partir de compostos inorgânicos em **um sistema que simulava as condições da Terra primitiva**.

CONTINUA →

Foco no conteúdo

O experimento de Urey e Miller

No experimento, a água foi aquecida para produzir vapor, e gases como metano, amônia e hidrogênio foram adicionados, **simulando a atmosfera primitiva da Terra**.

Para replicar a energia dos raios, foram utilizados eletrodos que aplicavam **descargas elétricas** na mistura de vapor e gases.

Após alguns dias, os cientistas observaram mudanças na coloração da água e, ao analisarem os produtos resultantes, identificaram a presença de diversos aminoácidos, demonstrando a formação de **componentes essenciais para a vida**.

Esquema do experimento de Urey e Miller

fonte de calor

direção da circulação

entrada de gás

resfriamento

fusão

H₂O, CH₄, NH₃, H₂

eletrodos

CMSP (2024)

A segunda atividade refere-se a uma questão alternativa na qual os estudantes devem analisar três frases em relação ao conteúdo abordado. O próximo e último exercício, de caráter um pouco mais complexo, envolve novamente o vídeo do canal no Youtube Nerdologia sobre a origem da vida, onde os alunos devem responder duas questões discursivas: a) *A formação de*

compostos orgânicos mais complexos é um processo que ocorreu somente na Terra? Justifique com base nas informações do vídeo e b) Ao longo da evolução química, quais características os compostos orgânicos apresentaram que podem ter possibilitado a se tornarem parte dos seres vivos? (Figura 48). Por fim, os slides são finalizados sem integrar alguma atividade para a discussão ou resolução da questão.

Figura 48 — Atividades com questões alternativas e discursivas sobre a origem da vida.

<p>Na prática</p> <p>1. Questão</p> <p>Analise as afirmações a seguir:</p> <p>I - A atmosfera da Terra primitiva era constituída de vapor de água, metano, amônia e hidrogênio, essa é a informação mais aceita pela comunidade científica.</p> <p>II - Em 1953, Stanley L. Miller, reconstituindo as condições da Terra primitiva em um aparelho, conseguiu reproduzir o primeiro ser vivo.</p> <p>III - Os primeiros seres vivos que surgiram no planeta Terra, é consenso na comunidade científica, que eram muito simples, autótrofos e aeróbios.</p> <p>Sobre essas declarações, pode-se afirmar que:</p> <p style="text-align: right;">CONTINUAR ></p>	<p>Na prática 5 MINUTOS TODO MUNDO ESCREVE!</p> <p>Sobre essas declarações, pode se afirmar que:</p> <p><input type="radio"/> A Somente a II e a III estão corretas.</p> <p><input type="radio"/> B Somente a II está correta.</p> <p><input type="radio"/> C Somente a I e a II estão corretas.</p> <p><input type="radio"/> D Somente a I e a III estão corretas.</p> <p><input type="radio"/> E Somente a I está correta.</p> <p style="text-align: right;">CONTINUAR ></p>
<p>Aplicando</p> <p>2. Assista ao trecho do vídeo (de 4'41" até 7'06")</p> <p>O vídeo aborda e aprofunda a origem da vida a partir da evolução de compostos químicos na Terra primitiva.</p> <p>a) A formação de compostos orgânicos mais complexos é um processo que ocorreu somente na Terra? Justifique com base nas informações do vídeo.</p> <p>b) Ao longo da evolução química, quais características os compostos orgânicos apresentaram que podem ter possibilitado a se tornarem parte dos seres vivos?</p> <div style="text-align: center;">  <p><small>19 MINUTOS</small> TODO MUNDO ESCREVE!</p> <p><small>Nerobiologia, Origem da Vida Neurobiologia Etimologia 01</small> Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=23P38DQ4E28 13. Acesso em: 12 jan. 2024.</p> </div>	<p>O que aprendemos hoje?</p> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> Analisamos e discutimos as características da Terra primitiva, a teoria de Oparin e Haldane e o experimento de Miller e Urey.

5.9 Aspectos e análise geral das aulas do 1º ano do Ensino Médio em uma perspectiva astrobiológica

Tendo em vista a presença de conteúdos astrobiológicos no 1º ano, percebe-se um esvaziamento dos conteúdos curriculares com o avanço das séries, principalmente ao chegar na etapa do Ensino Fundamental. A primeira aula, destinada ao fenômeno efeito estufa, é abordada de maneira superficial, visto que o conceito é mencionado de maneira breve, juntamente com os gases que o compõem. Diferentemente, ao comparar com o material digital do 7º ano, a etapa do Ensino Fundamental (Anos Finais) apresenta maior abrangência e complexidade de conteúdo, que é abordado em cerca de três aulas e traz propostas de atividades mais diversificadas, como experimentos, comparações de características atmosféricas, construção de linha do tempo etc.

Em determinados *slides*, o enriquecimento do material poderia ser favorecido a partir da adição de mais recursos midiáticos, como o uso de gráficos, figuras e imagens para uma melhor representação dos fenômenos e dados. Como exemplo, sugere-se o uso de figuras ou vídeos para representar a Terra Primitiva e suas características, como as altas temperaturas e a intensidade das atividades vulcânicas.

Na aula 9, o mesmo problema é observado, visto que as teorias sobre a origem da vida são abordadas de maneira estritamente conceitual, dos quais o material utiliza poucos recursos midiáticos que possam aperfeiçoar o ensino sobre o processo histórico que foi moldando a Ciência nesta área. Apesar do material digital sugerir um vídeo sobre a panspermia, o uso de recursos audiovisuais também poderiam ser inseridos nas teorias da abiogênese e evolução química. A proposta visa enriquecer o conteúdo da aula, tornando-o mais atrativo e visual, além corroborar com as ideias de Tomio *et al.* (2013) que consideram que as imagens nas aulas de Ciências (neste caso, Biologia) possuem um papel fundamental na construção e comunicação das ideias científicas.

Considerando a elaboração de ideias e teorias sobre a origem da vida, a aula dá ênfase no método científico, do qual muitas vezes são encontradas

concepções alternativas entre professores e estudantes sobre o trabalho dos cientistas.

A partir do trabalho de Gil-Pérez *et al.* (2001), na aula 9 são identificadas visões deformadas em relação ao método científico, como 1) a visão rígida do trabalho científico (como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente) e 2) uma visão acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos. Dessa forma, tanto para as diversas áreas da Ciência, como a própria Astrobiologia, é importante a recusa da ideia de “Método Científico”, como um conjunto de regras e etapas perfeitamente definidas e mecânicas durante o processo de investigação. Para os autores, não existe um único método, mas sim um pluralismo metodológico que permite a construção do conhecimento científico ao longo da história.

Ademais, apesar do material digital não citar diretamente o termo Astrobiologia, a temática sobre a origem da vida abordada nas aulas é considerada um dos temas centrais da área. Destarte, considera-se válido realizar menções sobre conceitos de Astrobiologia para a compreensão do surgimento da vida na Terra, dos quais podem ser favorecidos a partir de matérias e artigos que ilustrem a evolução da Ciência (Azevedo *et al.*, 2022). Considerando as diferentes teorias e experimentos apresentados na aula, os estudantes têm a oportunidade de aprender que os primeiros organismos que surgiram no planeta podem ter origem terrestre ou extraterrestre, o que dá importância ao meio interestelar no quesito da origem da vida. Ao citar sobre a panspermia, apesar de ser uma teoria não comprovada, reconhece-se que o espaço interplanetário contém moléculas orgânicas complexas, como hidrocarbonetos e aminoácidos, que são os blocos de construção fundamentais da vida (Milone *et al.*, 2018).

Tanto a aula 9 como a aula 11 apresentam como um dos recursos didáticos o uso de vídeos da plataforma Youtube. Para Silva, Pereira e Arroio (2017), o uso de vídeos permite que o docente explore o tema em sala de aula de maneira mais atrativa, a partir de imagens e sons que possivelmente despertem maior interesse dos alunos. A prática busca afastar-se do modelo pedagógico tradicional pautado na transmissão de informações de forma unidirecional entre professor e aluno (Silva, Pereira e Arroio, 2017), no entanto,

deve haver precaução e um olhar crítico docente sob o tipo de fonte que o material digital oferece.

Pelo fato das aulas oferecidas pelo Centro de Mídias de São Paulo (CMSP) apresentarem frequentemente textos longos e um reduzido número de imagens, figuras ou esquemas nos conteúdos do Ensino Médio, os vídeos contribuem para abordar o tema de maneira mais dinâmica e atrativa, visto que estudar sobre a formação da vida exige minimamente uma percepção visual para um processo tão complexo.

5.10 Considerações gerais acerca do material digital e a presença dos eixos temáticos da Astrobiologia

A partir das ideias de Gil (2017), foi construída uma interpretação geral dos documentos curriculares: a observação de padrões, explicações e proposições verificadas no material digital, juntamente com sua associação à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Currículo Paulista (CP).

Considerando as etapas do Ensino Fundamental (Anos Finais) e Ensino Médio, foram identificados conhecimentos do campo científico da Astrobiologia vinculados à organização curricular de Ciências e Biologia. Dessa forma, a Astrobiologia é contemplada a partir da inserção de diferentes temas relacionados às características essenciais para um ser vivo, exploração espacial, a origem da vida, as condições de habitabilidade, zonas habitáveis e extremófilos. No entanto, determinados temas não foram abordados, como bioassinaturas e o futuro da vida no planeta Terra.

O 9º ano do Ensino Fundamental, além de citar explicitamente o termo e apresentar uma aula específica de Astrobiologia, deu destaque em diferentes temas associados à conquista do ser humano no espaço, às zonas habitáveis, os extremófilos e as condições necessárias para a vida. Já no Ensino Médio, o 1º ano foi a única série que apresentou teorias e experimentos científicos associados ao surgimento da vida no planeta.

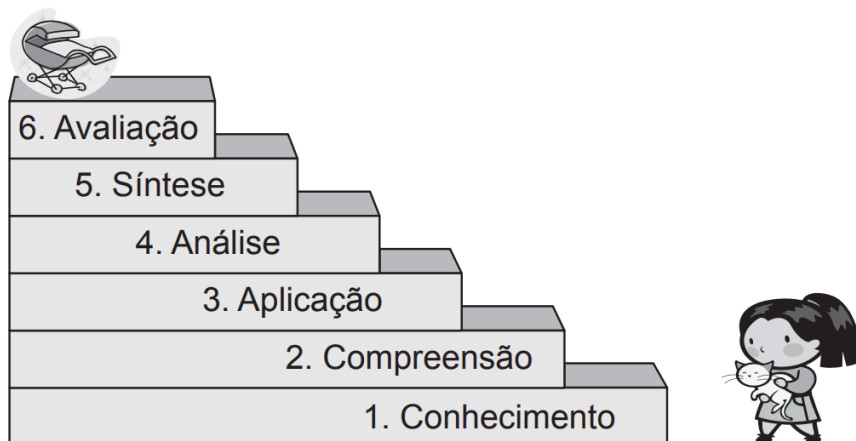
No Ensino Fundamental (Anos finais) foi verificado uma maior diversidade de atividades disponibilizadas no material digital, como experimentos científicos, jogos, elaboração de gráficos e tabelas e Tecnologias

Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), como *sites* e aplicativos *online*. Já no Ensino Médio, as atividades foram restritas às questões discursivas e alternativas, enquanto os recursos tecnológicos foram limitados à exposição de vídeos com temática científica.

No geral, verifica-se que o sexto ano apresentou conteúdos que abordam a Astrobiologia de forma indireta, através da biologia celular e fatores bióticos e abióticos. Ainda assim, estes conhecimentos são fundamentais para o embasamento teórico e conexões com outros conteúdos astrobiológicos ao longo da Educação Básica, como por exemplo a origem da vida e das primeiras células, abordada no primeiro ano do Ensino Médio.

Em relação aos documentos curriculares, ao comparar a BNCC e o CP, há uma divergência na complexidade e na finalidade da aprendizagem no ensino de Ciências e Biologia. Citando como exemplo a habilidade curricular (EF09CI16) *Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares*, a BNCC explicita que o estudante deve ser capaz de selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, porém, o CP apresenta uma divergência na descrição dos objetivos de aprendizagem, utilizando verbos de níveis de complexidade cognitiva mais simples e genéricos, como *Reconhecer* e *Conhecer*.

Considerando a Taxonomia de Bloom, um modelo educacional utilizado para classificar objetivos curriculares (Krathwohl, 2002), verifica-se que, ao seguir sua estrutura hierárquica acumulativa, o CP prioriza os níveis de domínio mais simples. Na Figura 49, encontra-se de forma simplificada a Taxonomia dos Objetivos Cognitivo de Bloom, que representam os resultados de aprendizagem esperados de forma acumulativa, ou seja, há uma relação de dependência entre os níveis em termos de complexidade dos processos mentais dos estudantes (Ferraz e Belhot, 2010).

Figura 49 — Taxonomia dos Objetivos Cognitivos de Bloom.

(Ferraz e Belhot, 2010).

Dessa forma, a estruturação dos objetivos é um processo que envolve planejamento e está diretamente relacionado com a escolha de conteúdo, procedimentos, atividades, recursos, estratégias e instrumentos de avaliação disponíveis (Ferraz e Belhot, 2010). Todavia, com as modificações implantadas recentemente na educação paulista, o professor passou a ficar refém do material digital do Centro de Mídias de São Paulo (CMSP), visto que ele está vinculado diretamente com as avaliações externas do estado, como a Prova Paulista e o Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP).

O educador pode ter expectativas e diretrizes para o processo de ensino que não são oficialmente declaradas, mas que farão parte do processo de avaliação da aprendizagem. É notório que é mais fácil atingir objetivos quando estes estão bem definidos, entretanto fica mais difícil, para os discentes, atingirem o nível de desenvolvimento cognitivo, por não saberem exatamente o que deles é esperado durante e após o processo de ensino (Ferraz e Belhot, 2010, p. 421).

Com isso, Ferraz e Belhot (2010) reforçam a importância da definição clara e estruturada dos objetivos instrucionais, considerando que a aquisição do conhecimento e competências necessárias para a formação do aluno devem ser direcionadas a partir da escolha adequada de estratégias, métodos, conteúdos e instrumentos de avaliação para uma aprendizagem efetiva e duradoura.

Levando em conta o ensino em Astrobiologia como processo central desta pesquisa, torna-se necessário buscar propostas pedagógicas diversificadas que estimulem os alunos a praticarem outras habilidades, como *planejar, relacionar, julgar, selecionar, sistematizar* etc.

Na própria Astrobiologia, estes processos cognitivos podem ser trabalhados em diferentes aspectos, como 1) relacionar as características ambientais da Terra com outros corpos celestes; 2) apresentar uma lista de fatores abióticos (água, oxigênio, campo magnético etc.) para que os alunos possam selecionar aqueles essenciais para a existência da vida; 3) analisar dados simplificados sobre exoplanetas a fim de julgar a possibilidade de vida; 4) sistematizar conceitos-chave em Astrobiologia a partir de uma aula expositiva, utilizando a construção de um mapa mental ou conceitual; 5) analisar de forma crítica e selecionar argumentos a favor e contra a exploração espacial, entre outros.

No que se refere às referências bibliográficas verificadas no material digital, identificam-se fontes variadas, incluindo livros didáticos destinados ao sexto e sétimo anos do Ensino Fundamental, bem como portais educacionais amplamente difundidos, a exemplo do Brasil Escola. Embora esse portal apresente grande alcance e popularidade no contexto educacional brasileiro, sua utilização em um material oficial do governo paulista pode suscitar questionamentos quanto à credibilidade das informações veiculadas. Isso se deve, sobretudo, à tendência à generalização dos conteúdos, à ausência de maior rigor científico e, em alguns casos, à pouca clareza quanto à autoria e à procedência das informações apresentadas.

Ao se tratar de temas complexos associados às temáticas astrobiológicas e até mesmo os próprios conteúdos de Ciências em geral, é fundamental que o material digital recorra a fontes confiáveis e academicamente consolidadas. A adoção de fontes genéricas, como o Brasil Escola, fragiliza o embasamento teórico do material e compromete a superação de concepções alternativas amplamente disseminadas acerca da vida na Terra e de sua possível existência no Universo.

Destarte, é fundamental oferecer ao professor materiais com referências seguras e cientificamente confiáveis, promovendo o embasamento teórico adequado do qual muitos licenciandos não têm acesso durante a graduação.

Foi observado que o material digital utilizou de referências bibliográficas retiradas do Currículo em Ação (Caderno do Professor) e de noticiários científicos, principalmente no 9º ano e no Ensino Médio, a fim de abordar manchetes atuais sobre as temáticas associadas à vida, sua origem e condições necessárias para sua existência fora da Terra. Em alguns casos, as referências foram vinculadas a artigos científicos e ao livro *Biologia de Campbell*, um livro reconhecido na área de Ciências Biológicas.

Apesar do material digital apresentar referências bibliográficas de diferentes bases, é fundamental superar as lacunas existentes advindas de fontes genéricas, a fim de garantir conteúdos de autoria acadêmica qualificada e adaptada para a respectiva série no contexto da Educação Básica. Quando se trata da Astrobiologia e a possibilidade de vida extraterrestre, é comum identificar diversas concepções incorretas do ponto científico, muitas advindas dos meios de comunicação em massa e da ficção científica (Monteiro, 2013). A fim de garantir a superação dessas concepções, é fundamental que os professores e os alunos tenham acesso a materiais pedagógicos que utilizem do rigor científico e da confiabilidade de informações frente às questões contemporâneas relacionadas à vida no Universo.

Não considerando somente o contexto do ensino de Ciências, mas também toda a abrangência da rede pública paulista de educação, Lima (2025) argumenta que o material digital e a consolidação do CMSP como eixo estruturante do trabalho pedagógico têm como consequência a expansão da plataformização do ensino. Para o autor, o material digital atua como forma de racionalização e gerenciamento do trabalho docente, reorganizando tempos, tarefas, avaliação e controle de desempenho. O professor, dessa forma, passa a perder sua autonomia no processo educativo, como no caso do ensino em Astrobiologia, uma área com diferentes possibilidades para o docente instigar e mediar o processo criativo, investigativo e crítico dos estudantes. Em linhas gerais, a curadoria da mediação e decisão pedagógica passam a ser estreitadas

por sequências pré-estabelecidas, roteirizadas e monitoradas por indicadores de cumprimento (Lima, 2025).

Considerando o contexto do ensino de Ciências e Biologia, verifica-se que os conteúdos relacionados à Astrobiologia, quando presentes no material digital, passaram a integrar uma nova configuração das aulas, das quais deixaram de se constituir como espaços de invenção pedagógica e autonomia docente. Nesse cenário, a prática pedagógica é progressivamente orientada por *scripts* e exercícios padronizados, resultando na homogeneização dos conteúdos astrobiológicos, agora organizados em seções que, em grande parte, seguem roteiros previamente estabelecidos (*Para começar, Foco no conteúdo, Na prática, Encerramento* etc). Sendo assim, a consolidação do CMSP como eixo central do trabalho pedagógico intensifica a padronização das práticas docentes, reduzindo a autonomia do professor na mediação crítica dos conteúdos astrobiológicos.

Considerando que as orientações curriculares e materiais apresentem falhas e lacunas a serem aprimoradas, os professores ainda sofrem com a dificuldade de abordar o tema astrobiológico, visto que muitos profissionais têm receio de ensinar Astrobiologia pela falta de domínio e formação nesta área. Além disso, muitos docentes são permeados pelas pseudociências e especulações que giram em torno da vida extraterrestre. Ainda assim, aqueles que abordam princípios e conceitos relacionados à Astrobiologia frequentemente não utilizam o termo por não a reconhecerem como uma área formal de estudo.

Diante das análises realizadas, conclui-se que a Astrobiologia ocupa um espaço ainda limitado, mas heterogêneo nos documentos curriculares e no material digital da rede pública paulista, sendo abordada de forma mais expressiva no 9º ano do Ensino Fundamental e com redução significativa de sua complexidade conceitual e metodológica no Ensino Médio. Embora a BNCC apresente diretrizes que possibilitam o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais complexas, o CP tende a simplificar os objetivos de aprendizagem, o que, aliado à padronização imposta pelo material do CMSP, restringe a autonomia docente e o potencial crítico e investigativo das práticas pedagógicas acerca dos conhecimentos astrobiológicos. Ademais, a utilização de fontes genéricas e de rigor científico questionável fragiliza o embasamento

teórico necessário para a superação de concepções alternativas sobre a vida no Universo. Assim, torna-se imprescindível a valorização de materiais pedagógicos cientificamente fundamentados, alinhados aos documentos curriculares e que favoreçam propostas didáticas diversificadas, a fim de superar as atividades tradicionais e metódicas observadas no material digital de Ciências e Biologia.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Astrobiologia é uma ciência que integra diferentes saberes e contribui para o desenvolvimento do pensamento e ensino científico. Ao estar presente em habilidades, competências e objetos de conhecimentos em consonância com a Base Nacional Curricular (BNCC) e ao Currículo Paulista (CP), ela ganha destaque ao propor reflexões e discussões sobre a vida na Terra e no Universo. Foi verificada a presença de competências e habilidades vinculadas à Astrobiologia em ambos os documentos analisados, juntamente com objetos de conhecimento e conteúdos presentes nos materiais didáticos do Estado de São Paulo. No Ensino Fundamental (Anos Finais), os alunos do sexto ano são introduzidos à estrutura básica dos seres vivos e as principais características que os definem. Os conteúdos do sétimo ano perpassam pelos fenômenos que permitem a sobrevivência dos organismos na Terra, como o efeito estufa. Já no nono ano, a temática astrobiológica ganha destaque a partir da habilidade EF09CI16, que consiste em selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra. No material digital do Estado de São Paulo, são encontradas diferentes aulas associadas à área científica da Astrobiologia, os extremófilos, as zonas habitáveis e as condições necessárias para a vida. No entanto, foi observado que os materiais didáticos do CP não atendem às necessidades de aprendizagens a serem desenvolvidas pelos estudantes, como por exemplo, a argumentação científica.

No Ensino Médio, há predominância de conteúdos como o efeito estufa e hipóteses e teorias sobre a origem da vida.

Apesar das diretrizes curriculares apresentarem conteúdos com temáticas astrobiológicas em seus documentos oficiais, o ensino somente será efetivado se os professores mobilizarem estes conhecimentos em suas práticas pedagógicas (Chefer e Oliveira, 2023). Para isso, no contexto educacional paulista, os recursos didáticos que os professores têm acesso muitas vezes apresentam defasagens que dificultam a atuação do profissional em sala de aula.

O material digital do Centro de Mídias do Estado de São Paulo (CMSP), recurso analisado nesta pesquisa, apresenta alinhamento direto com a BNCC e o CP, servindo como um guia de aprendizagens à nível estadual. Portanto, nele foram encontrados diferentes impasses, como 1) atividades e exercícios genéricos, simplificados e memorísticos; 2) objetivos de aprendizagem superficiais e mecânicos, como *reconhecer* e *identificar* (verbos ligados aos níveis iniciais da Taxonomia de Bloom); 3) a presença de erros conceituais (como astroturismo x astroturista), juntamente com linguagens excessivamente técnicas da área.

Dentre as conclusões desta pesquisa, verifica-se que o material digital passou a ser um norteador curricular do Estado de São Paulo, onde no passado o docente apresentava autonomia para abordar os conteúdos, selecionar metodologias e recursos didáticos e sua própria forma de avaliação (Bortoletto-Santos, 2015). Nos materiais selecionados do CMSP, foram verificadas diferentes aulas expositivas e conteudistas relacionadas aos eixos temáticos astrobiológicos. Na etapa do Ensino Médio, o alinhamento aos modelos tradicionais de ensino é observado de forma mais frequente, onde as atividades aos alunos são restritas à questões com respostas fechadas ou curtas, juntamente com a memorização e reconhecimento de conceitos associados à origem da vida. Na etapa do Ensino Fundamental, apesar de também apresentar atividades semelhantes, são incorporadas metodologias mais diversificadas, como experimentos científicos e as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), como aplicativos e plataformas *online*.

Segundo Bortoletto-Santos (2015), o currículo escolar é produto do contexto histórico em que é desenvolvido, buscando construir o modelo de indivíduo que a sociedade pretende formar. Dessa forma, o professor é responsável por transformar as orientações burocráticas e técnicas (como as propostas e diretrizes curriculares) em suas realidades em sala de aula. Considerando as demandas educacionais contemporâneas da BNCC e do Currículo Paulista, busca-se a formação de alunos aptos para a alfabetização e investigação científica e à compreensão dos fenômenos da Terra e do Universo no contexto do ensino de Ciências.

A Astrobiologia, por ser uma ciência que vem ganhando destaque na mídia e nos avanços tecnológicos e científicos da sua área, ao estar presente no contexto escolar, é possível trabalhar temas como a origem da vida, condições para existência de vida, atmosfera, água, evolução, efeito estufa, exploração espacial etc., em uma perspectiva interdisciplinar, na qual o professor pode mediar ações curriculares de forma direta ou indireta.

O escopo-sequência do Estado de São Paulo é identificado como *currículo prescrito*, enquanto o material digital analisado é o *currículo apresentado aos professores* (Sacristán, 2013). Dessa forma, o professor deve ser interpretá-los para desenvolver sua prática em sala de aula. No entanto, encontram-se diversos desafios ao abordar o currículo em uma perspectiva astrobiológica, já que para muitos professores de Ciências e Biologia, o conteúdo é incomum no dia a dia do docente (Pedroso e Faria, 2019).

Os docentes, por não estarem incluídos no processo de elaboração da proposta curricular, tendem ao conformismo e a acomodação diante aos textos e materiais oficiais, incorporando-os na orientação do seu trabalho diário, muitas vezes sem concordar, acreditar ou até mesmo conhecer aquilo (neste caso, a Astrobiologia) (Bortoletto-Santos, 2015). Sendo assim, o distanciamento entre o currículo e o professor influencia diretamente no entusiasmo e na execução de seu trabalho. Dessa maneira, torna-se necessário que o professor tenha formação adequada e estímulo para aprimorar seu conhecimento astrobiológico, juntamente com a maior autonomia e expansão de possibilidades de ensino sobre o tema, visto que a área está diretamente integrada a diferentes disciplinas.

Não somente considerando a Astrobiologia, mas toda a grade curricular em si, é observado uma relação direta entre o CP e as avaliações externas, como o Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP) e o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB). Dessa maneira, os professores são obrigados e pressionados a implementar o currículo de forma sistemática, já que obtém recompensas financeiras ao atingir as metas e os resultados esperados (Arnaud, 2024).

Sendo assim, a presente pesquisa evidencia a necessidade de repensar a organização curricular, a formulação dos objetivos de aprendizagem, a seleção

das fontes bibliográficas e o papel do professor na tomada de decisões pedagógicas, de modo a fortalecer o ensino de Astrobiologia como um campo potente para a promoção da alfabetização científica e do pensamento crítico dos estudantes. Mas afinal, como superar estes problemas a fim de promover um ensino astrobiológico interdisciplinar, crítico e significativo na Educação Básica?

Ao apresentar um panorama geral das dimensões curriculares vinculadas ao ensino de Astrobiologia no contexto da educação pública estadual paulista, é evidente a necessidade de buscar novas formas de ressignificar o currículo de Ciências e Biologia em uma perspectiva inovadora e integradora de conhecimentos a partir de uma concepção cósmica sobre a origem e manifestação da vida no Universo.

Dessa forma, a presente pesquisa pretende oferecer subsídios, exemplos e sugestões que possam orientar trabalhos futuros na área de ensino em Astrobiologia, bem como contribuir para reflexões e possíveis aprimoramentos das ações desenvolvidas pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEDUC), com vista para o aprimoramento das práticas curriculares e pedagógicas. Entre as práticas, sugere-se:

- Superar o descompasso entre a BNCC e a organização curricular do Estado de São Paulo, visto que o CP apresenta uma sequência de conteúdos mais rígida e com objetivos de aprendizagem genéricos e simplificados, dos quais podem dificultar a mensuração dos processos de avaliação da aprendizagem.
- Garantir a maior participação e protagonismo dos professores na elaboração do CP e do material digital, a fim de superar o distanciamento entre o currículo prescrito e a prática docente. No contexto do Ensino em Astrobiologia, a proposta busca expandir a autonomia aos professores para as tomadas de decisões em relação às atividades e avaliações pedagógicas, ampliando as condições para a implementação de práticas com maior interdisciplinaridade e criticidade.
- Promover a elaboração de materiais pedagógicos para suporte teórico e leituras complementares aos professores acerca dos conteúdos abordados no material digital, com especial atenção aos conhecimentos

astrobiológicos, visto que muitos professores não apresentam formação específica ou tiveram pouco contato com os temas.

- Estimular estudos sobre a transposição didática de temas astrobiológicos, buscando verificar quais conteúdos são mais pertinentes no contexto da realidade da escola pública paulista.
- Utilizar fontes confiáveis para a elaboração das aulas presentes no material digital, como artigos científicos, livros acadêmicos, sites de instituições de pesquisa, etc. Dessa maneira, é fundamental evitar o uso de referências bibliográficas sem autoridade científica e com informações genéricas, como o *site* Brasil Escola.
- Evitar o uso de notícias com manchetes de cunho sensacionalista em relação à Astrobiologia, visto que a prática pode causar concepções alternativas nos estudantes.
- Desenvolver aulas e conteúdos astrobiológicos que saiam do modelo tradicional e roteirizado estabelecido pelo material digital, com o intuito de promover novas práticas para estimular processos cognitivos mais complexos, como a construção de hipóteses e argumentos sobre temas de interesse humano, como exploração espacial, colonização de astros do Sistema Solar, futuro da humanidade e dos seres vivos no planeta, etc.
- Garantir o aprofundamento e a continuidade dos conteúdos de Ciências desenvolvidos no Ensino Fundamental ao longo do Ensino Médio, conforme preconizado pela BNCC. Com isso, torna-se necessário fomentar novas práticas com caráter investigativo, interdisciplinar e visando as práticas experimentais. Para isso, é necessário a reformulação da organização da grade curricular do Ensino Médio, uma vez que a carga horária de Biologia é reduzida a partir do primeiro ano, o que compromete diretamente a continuidade das aprendizagens astrobiológicas dos estudantes.
- Incentivar a incorporação de conteúdos astrobiológicos nos cursos de formação inicial de professores em Ciências Biológicas, assegurando que os futuros docentes compreendam o estudo da vida sob uma perspectiva cósmica e interdisciplinar, bem como disponham de

processos formativos que os capacitem a abordar essa temática de maneira adequada e crítica no contexto da sala de aula.

Diante das análises realizadas desta dissertação, a pesquisa evidencia que a Astrobiologia está presente nos tanto nos documentos curriculares, como no material digital da rede pública paulista. No entanto, existem certas fragilidades e lacunas no ensino, visto que seu potencial interdisciplinar, crítico e investigativo foi pouco explorado ao longo da análise documental. O material digital, ao assumir um papel central na organização das aulas, tende a simplificar objetivos de aprendizagem, padronizar práticas pedagógicas e restringir a autonomia docente, o que dificulta a promoção da alfabetização científica e do pensamento crítico dos estudantes em uma perspectiva astrobiológica. Dessa maneira, conclui-se que o fortalecimento do ensino de Astrobiologia na Educação Básica demanda a revisão da organização curricular, a qualificação das fontes utilizadas, o investimento na formação docente e a ampliação das possibilidades pedagógicas, de modo a garantir uma abordagem mais integrada, rigorosa e significativa sobre o ensino da vida no contexto cósmico.

REFERÊNCIAS

- ABREVAYA, Ximena C. *et al.* Comparative survival analysis of *Deinococcus radiodurans* and the Haloarchaea *Natrialba magadii* and *Haloferax volcanii* exposed to vacuum ultraviolet irradiation. **Astrobiology**, v. 11, n. 10, 2011.
- ALTHUSSER, Louis. **Aparelhos ideológicos de Estado**. Rio: Graal, 1983.
- ANDRADE, Marcelo Leandro Feitosa de; MASSABNI, Vânia Galindo. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.
- APPLE, Michael W. **Conhecimento oficial: a educação democrática numa era conservadora**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997. 267 p.
- ARNAUD, Anyke A. Currículo paulista em transição: um estudo comparativo de sua implementação em 2008 e 2020. **Educação e Pesquisa**, v.50, 2024.
- ARROYO, Miguel G. **Currículo, território em disputa**. Editora Vozes Limitada, 2011.
- AZEVEDO, G. L. A. *et al.* Origem da vida: uma discussão interdisciplinar. COUTINHO, Francisco Ângelo (Org.) *et al.* **Ciência na escola: temas e propostas didáticas para a educação científica no ensino médio**. São Paulo: Editora Na Raiz, 2022., 2022.
- AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa à prática**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, v. 3, p. 19-33, 2004.
- BATISTA, Michel Corci. **Um estudo sobre o ensino de Astronomia na formação inicial de professores dos anos iniciais**. 2016. 183 f. Tese (Doutorado em Educação para Ciência e Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas. 2016. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/4556>. Acesso em: 10 jan. 2025.

BAUM, Seth D. Costebenefit analysis of space exploration: Some ethical considerations. **Space Policy**, v. 25, p. 75-80, 2009.

BLUMBERG, Baruch Samuel. The NASA astrobiology institute: early history and organization. **Astrobiology**, v. 3, n. 3, p. 463-470, 2003.

BORTOLETTO-SANTOS, Rita de Cássia; PIERSON, Alice Helena Campos. As reações dos professores de ciências diante da implantação de novo currículo na rede estadual paulista. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, p. 585-605, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

_____. **Ministério da Educação. Base nacional comum curricular. Primeira versão**. Brasília, DF: MEC, 2015.

_____. **Ministério da Educação**. Resolução CNE/CP n. 2, de 20 de dezembro de 2019. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>. Acesso em: 29 jan. 2026.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil (1988)**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 19 out. 2025.

_____. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e nº 11.494, de 20 de junho de 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e pelo Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Diário Oficial da União, Brasília, 17 de fevereiro de

2017. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm>

_____. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio — Bases legais**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 19 out. 2025.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Meio Ambiente e Saúde - 1º e 2º Ciclo**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRETONES, Paulo Sergio. **Disciplinas introdutórias de astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1999. 187 f. Dissertação (Mestrado em Educação Aplicada à Geociências) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP. 1999. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1590499>. Acesso em: 10 jan. 2025.

BRETONES, Paulo Sergio; MEGID NETO, Jorge. Tendências de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia no Brasil. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 35-43, 2005. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/172/183>. Acesso em: 2 nov. 2025.

BRITO, José Euripedes Bezerra; TEIXEIRA, Ricardo Roberto Plaza. Astrobiologia, educação científica e interdisciplinaridade. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 12, n. 1, 2022. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/1570>. Acesso em: 17 jun. 2025.

CAPRA, Fritjof. **O ponto de mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente**. 20ª edição. São Paulo: Cultrix, 1997.

CARRAPIÇO, Francisco; LOURENÇO, Ana; FERNANDES, Luísa; RODRIGUES, Telma. A journey to the origins. The astrobiology paradigm in education. In: **Proceedings of SPIE, “Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology IV”**, San Diego, 2001.

CARR, Wilfred; KEMMIS, Stephen. **Becoming Critical: education, knowledge and action research**. London and Philadelphia: The Palmer Press, 1988.

CÁSSIO, Fernando; GOULART, Débora Cristina. A implementação do Novo Ensino Médio nos estados: das promessas da reforma ao ensino médio nem-nem. **Retratos da Escola**, v. 16, n. 35, p. 285-293, 2022. Disponível em: <<https://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/1620>>. Acesso em: 09 dez. 2025.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

CENTRO DE MÍDIAS SP. Repositório Educação SP [repositório digital]. São Paulo: Centro de Mídias SP, 2024. Disponível em: <https://repositorio.educacao.sp.gov.br/>. Acesso em: 12 fev. 2025.

CERINI, Maria Fernanda. **Simulações ambientais e caracterização espectroscópica in situ de potenciais bioassinaturas moleculares para aplicação em missões espaciais**. 2018. Dissertação (Mestrado em Física Aplicada) - Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

CHEFER, Claudiane; OLIVEIRA, André Luis de. A Astrobiologia e a pesquisa em Ensino de Ciências: quantificando as produções brasileiras. **Ensino e Tecnologia em Revista, Londrina**, v. 7, n. 2, p. 421-435, 2023a.

_____. Astrobiologia no ensino médio: tecendo bases no currículo de Biologia brasileiro e paranaense. **Revista De Ensino De Biologia Da SBEnBio**, v. 16, p. 602-626, 2023b.

_____. **Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil: Cosm visões de professores e pesquisadores da área.** 2020. 263 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020.

CHERVEL, André. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. **Teoria & Educação**, Porto Alegre, n. 2, p. 177-2009, 1990.

CICLINI, Graça Aparecida. Ensino de Biologia: O livro didático e a prática pedagógica dos professores no Ensino Médio. **Ensino em Revista**, v. 6, n. 1, p. 29-37, 1998.

COCKWELL Charles, S. *et al.* Habitability: A Review. **Pubmed**. v. 16, n. 1, p. 89-117, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Toby-Samuels/publication/289528782_Habitability_A_Review/links/569e121a08aed27a70319bb8/Habitability-A-Review.pdf Acesso em: 15 jan. 2026.

_____. **Astrobiology: Understanding life in the universe.** Hoboken, NJ: John Wiley Sons Ltd, 2020.

_____. Astrobiology - A new opportunity for interdisciplinary thinking. **Space Policy**, v.18, n.4, p. 263-266, 2002.

COELHO, Adonis; BARBALHO, Edilson S.; ESCREMIN, João V. Desenvolvimento de um Experimento sobre o Efeito Estufa: Uma Proposta para o Ensino. **Revista Virtual de Química (Química Verde)**, v. 6, n. 1, p. 2014.

CORDEIRO, A. M. *et al.* Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 6, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcbc/a/CC6NRNtP3dKLgLPwcmV6Gf/?lang=pt>. Acesso em: 18 ago. 2025.

CORDEIRO, L. G.L. *et al.* O Ensino da Astrobiologia como Alternativa Interdisciplinar Baseada no Uso de TDICs. **Revista de Iniciação à Docência**, v.

8, n. 1, p. e11973; 1–17, 2023. Disponível em:

<http://periodicos2.uesb.br/rid/article/view/16249>. Acesso em: 16 jul. 2025.

_____. A utilização de podcasts como instrumento pedagógico de divulgação científica da Astrobiologia na educação básica. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 16, n. 2, p. 1233-1245, 2023. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/650>. Acesso em: 21 jan. 2026.

CORREIA MOTTA, Demison; DO AMARAL, Nathalia Mariz. Física, Astronomia e a BNCC. **Revista do Professor de Física**, , v. 6, n. Especial, p. 98-104, 2022. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/45936>. Acesso em: 9 ago. 2025.

CREECH, Steve; GUIDI, John; ELBURN, Darcy.. **Artemis: An Overview of NASA's Activities to Return Humans to the Moon**. 2022. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/citations/20210026673>. Acesso em: 29 jul. 2025.

DA SILVA, Ivone Delmiro; DE QUEIRÓS, Wellington Pereira. A gênese da Astrobiologia: contribuições para o ensino de Ciências. **Bio-grafia**, v. 15, n. 29, p. 171-179, 2022.

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

DE SOUZA, Antônio Rogério. Ozônio atmosférico: um filtro natural. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 2, n. 3, p. 135-141, 1985.

DE SOUZA SANTOS, K. D. *et al.* Origem da vida para alunos do Ensino Médio de Itabaiana e Frei Paulo/SE. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 2, n. 2, p. 96-109, 2011.

DES MARAIS, David J. *et al.* The NASA astrobiology roadmap. **Astrobiology**, v. 8, n. 4, p. 715-730, 2008.

DOS SANTOS, Reginaldo. O ensino de ciências à luz dos parâmetros curriculares nacionais e a base nacional comum curricular: avanços e desafios. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 11, p. 21214-21230, 2023. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/1460>. Acesso em: 19 out. 2025.

EFAPE – Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação. São Paulo: EFAPE, 2025. **Curso Específico de Formação para Professores de Ensino Fundamental e Médio Ingressantes - Ciências**. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/>. Acesso em: 04 out. 2025.

EL-HANI, Charbel; VIDEIRA, Antonio August. **O que é vida?: para entender a biologia do Século XXI**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000.

FARIAS, Maria Licia de Lima.; BARBOSA, Marco Aurélio A. Integrando o ensino de astronomia e termodinâmica: explorando a zona habitável no diagrama de fases da água. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 4, p. e4402, 2017.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/bRkFgcJqbGCDp3HjQqFdqBm/>. Acesso em: 18 jan. 2026.

FERNANDES, M. C. *et al.* Atividade prática como recurso alternativo para o ensino de biologia. IN: IV ENEBIO – ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E II EREBIO (REGIONAL 4) – ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 4, 2012, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFES, 2012, p.1-9.

FERREIRA, Paulo Roberto. **A astrobiologia como ferramenta para alfabetização científica e tecnológica**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Acesso em: 08 jun. 2025.

FILHO, Paulo Alexandre. **Pedagogia dos multiletramentos, Currículo Paulista e BNCC:(Re)configurando paradigmas para a educação do século XXI / Paulo**. 2025. 234 f. Tese (Doutorado), Programa de Pós - Graduação em Educação da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”/Unesp, Marília, 2025.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2009. 405p.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. 1ª edição. Fortaleza: UFC, 2002.

FORQUIN, Jean-Claude. **Escola e Cultura: As bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar**. Porto Alegre: ARTMED, 1993.

FOSTER, Jamie S.; DREW, Jennifer C. Astrobiology undergraduate education: students' knowledge and perceptions of the field. **Astrobiology**, v. 9, n. 3, p.325-333, 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19355819/>. Acesso em: 22 jan. 2026.

FRANCO, Larissa Rodrigues de Oliveira. **Extremófilos: aplicações na astrobiologia e engenharia química**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2025.

FRIAÇA, Amancio Cesar Santos. Subjetividade no reconhecimento da vida no Universo. **Revista Brasileira de Psicanálise**, ed. 44, v.3, 2010.

GADOTTI, Moacir. **Pedagogia da Terra**. 4ª edição. São Paulo: Peirópolis, 2000.

_____. Pedagogia da Terra e Cultura de Sustentabilidade. **Revista Lusófona de Educação**, v. 6, 15-29, 2005.

GALANTE, Douglas. Teorias sobre a origem da vida. **Notas de aula, Biologia Geral**, 2015.

GALANTE, D. *et al.* **Astrobiologia: uma ciência emergente**. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo, SP: Livraria da Física, 2016.

GARBER, Stephen. J. A Political History of NASA's SETI Program. In: VAKOSH, Douglas A. (ed.). **Archaeology, Anthropology, and interstellar communication. The NASA History Series**. Washington: NASA, 2014.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª edição. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL-PÉREZ, Daniel *et. al.* Para uma Imagem Não Deformada do Trabalho Científico. **Ciência e Educação**, v.7, n.2, p. 125-153, 2001.

GLEISER, Marcelo. **O Despertar do Universo Consciente: Um Manifesto para o Futuro da Humanidade**. Rio de Janeiro: Editora Record, 2024.

GOHD, Chelsea. Discovery Alert: With Six New Worlds, 5,500 Discovery Milestone Passed! National Aeronautics and Space Administration (NASA). 2024. Disponível em:

https://science.nasa.gov/universe/exoplanets/discovery-alert-with-six-new-worlds-5500-discovery-milestone-passed/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 29 jul. 2025.

GONÇALVES, Amanda Sales; MEDEIROS, Ranlig Carvalho de; MEDEIROS, Liliani Aparecida Sereno Fontes de. Contribuições da Astrobiologia para o ensino de Biologia: potencialidades e aplicações curriculares. **Revista Educação Pública**, 2021.

GONÇALVES, Paula Cristina da Silva; COMPIANI, Maurício. Astronomia contextualizada e as diversas dimensões: micro, macro, horizontal e vertical. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia -RELEA**, n. 35, p. 10-21, 2023.

GUBA, Egon G.; LINCOLN, Yvonna S. **Effective evaluation**. San Francisco: Jossey-Bass, 1981.

HUANG, Sushu. Occurrence of life in the universe. **American Scientist**, v. 47, n. 3, p. 397-402, 1959. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/27827376>. Acesso em 15 jan. 2026.

IACHEL, G. *et al.* A montagem e a utilização de lunetas de baixo custo como experiência motivadora ao ensino de Astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, nº 4, 2009.

_____. NARDI, Roberto. Um estudo exploratório sobre o ensino de astronomia na formação continuada de professores. **Ensino de Ciências e Matemática**, i, p. 75-90, 2009.

KITCHENHAM, Barbara; CHARTERS, Stuart. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering technical report. **Software Engineering Group, EBSE Technical Report, Keele University and Department of Computer Science University of Durham**, v. 2, 2007.

KLOCK, André Vinícius Silva. **Astrobiologia no ensino de ciências**. 2023. 106 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Luterana do Brasil, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Canoas, 2023.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KRATHWOHL, David Reading. A revision of bloom's taxonomy: an overview. In: **Theory into Practice**, n. 41, v. 4, p. 212-218, 2002.

LANDIM, Myrna Friederichs; DINIZ, Renato; SANTANA, Sebastiana Érica Cruz. Análise dos conteúdos de Biologia na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). In: COLÓQUIO INTERNACIONAL "EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE", 11, 2017, São Cristóvão. **Anais eletrônicos...** São Cristóvão: EDUCON, 2017, p. 1-11. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/8713/2/AnaliseConteudosBiologiaBNCC.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2025.

LANGHI, Rodolfo. Ideias de senso comum em Astronomia. In: **Observatórios Virtuais**. São Paulo: IAG/USP, v. CDROM, p. 1-9, 2005.

_____. NARDI, Roberto. Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 12, n. 2, p. 205–224, 2010.

_____. Um estudo exploratório para inserção da astronomia na Formação de professores dos anos iniciais do ensino Fundamental. **Tecné, Episteme y Didaxis**, v. 16, 2004, p. 6-21. Disponível em: <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/5543/4566>. Acesso em: 30 dez. 2025.

LEITE, Rosana Franzen; RITTER, Olga Maria Schimidt. Algumas representações de ciência na BNCC – Base Nacional Comum Curricular: área de Ciências da Natureza. **Temas & Matizes**, Cascavel, v. 11, n.20, p. 1-7, 2017. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/temasematizes/article/view/15801/11581>. Acesso em: 19 out. 2025.

LIMA, Guilherme Abreu. Entre o códice e a plataforma; os desafios da digitalização no Ensino de História: reflexões sobre o CMSP, a autonomia docente e a consciência histórica no século XXI. **Editora Impacto Científico**, p. 880–894, 2025. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/editoraimpacto/article/view/10687>. Acesso em: 28 jan. 2026.

LIMA, Caio Cesar Silva; SANTOS, Marcelo Soares dos. Astrobiologia como eixo integrador do Ensino de Ciências e Biologia: como extraterrestes podem nos auxiliar no estudo da vida na Terra. In: CONGRESSO NORDESTINO DE BIÓLOGOS, 6, João Pessoa, 2016. **Anais...** João Pessoa, Rede Brasileira de Informações Biológicas, 2016, p. 291-297.

LIMA, Jane Helen Gomes; DE SIQUEIRA, Ana Paula Pruner; COSTA, Samuel. A utilização de aulas práticas no ensino de ciências: um desafio para os professores. **Revista Técnico-Científica do IFSC**, v. 4, n. especial, p. 486-486, 2013.

LONGUINHOS, Rafael Ramos. **Divulgação científica em astrobiologia por meio de exposição como promotora do ensino interdisciplinar entre biologia, física e química**. 2020. 167 f. Dissertação (Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana) - UEFS, Espírito Santo, 2020.

LOPES, Alice Casimiro; MACEDO, Elizabeth. **Teorias de currículo**. 1. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011. Web.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2 ed, Rio de Janeiro: E.P.U. 2020. 112p.

MEDEIROS, Luziânia Ângelli Lins de. **Cosmoeducação: uma abordagem transdisciplinar no ensino de astronomia**. 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

METZ, Graciela. Currículo escolar, BNCC e formação integral. **Revista Cocar**, v. 14, n. 30, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/3464>>. Acesso em: 28 set. 2025.

MILONE, A. C. *et al.* Introdução à Astronomia e Astrofísica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Divisão de Astrofísica, São José dos Campos, 2018. Disponível em: inpe.br/ciaa2018/arquivos/pdfs/apostila_completa_2018.pdf. Acesso em: 16 jan. 2026.

MINAYO, Maria Cecilia de Souza; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 33^a ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

MIRANDA, N. T. G. P. *et al.* Discussões CTS no ensino de Astronomia: o lixo espacial fomentando a formação para a cidadania. In: X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Águas de Lindóia, 2015. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

MONTEIRO, Ícaro de Moraes. **Astrobiologia: concepções alternativas de alunos do ensino fundamental sobre a vida, sua origem, evolução e possibilidades no universo.** 2013. 92 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

MOREIRA, Antonio Flavio Barbosa; SILVA, Tomaz Tadeu da (Orgs.). **Currículo, cultura e sociedade.** São Paulo: Cortez, 2013.

MOREIRA, Antonio Flavio Barbosa.; CANDAU, Vera Maria. **Indagações sobre currículo: currículo, conhecimento e cultura.** Brasília: MEC, Secretaria de Educação Básica, 2007.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. 8. ed. São Paulo: Cortez, Brasília, DF: UNESCO. 2003.

NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. **Turismo espacial: como funciona e quanto custará o serviço que promete levar humanos ao espaço.** National Geographic Brasil, 21 set. 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/aM4QS>. Acesso em: 07. set. 2025.

NASA. Nasa Astrobiology Institute – NAI. **Astrobiology Roadmap.** Out. 2014. Disponível em: <https://astrobiology.nasa.gov/nai/media/roadmap/1998/principles.html>. Acesso em: 08 jun. 2025.

NASCIMENTO, Viviane Briccia do; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, IV, 2008,

Florianópolis. **Anais..** Florianópolis, SC: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2008.

NASCIMENTO-DIAS, Bruno. Investigações filosóficas sobre os programas de pesquisa SETI e METI. **Revista Opinião Filosófica**, v. 14, n. 1, p. 1-29, 2023.

Disponível em:

<https://www.opiniaofilosofica.org/index.php/opiniaofilosofica/article/view/1090..>

Acesso em: 29 out. 2025.

NUNES, João Antônio Alves; RIBEIRO, Laís Barbosa; SILVA, Delano Moody Simões da. Tópicos de Astronomia nos currículos de cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 36, p. 7-23, 2023.

PAULINO-LIMA, Ivan Gláucio. A Institucionalização da Astrobiologia no Brasil e no Mundo. **Revista da Flora Medicinal**, v. 1, n. 42, 57-69, 2013.

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

PEDROSO, Marcos; FARIA, Rachel Zuchi. Concepções de professores da Educação Básica sobre Astrobiologia. In: PEREIRA, Alexandre Igor Azevedo (Org.). **As ciências exatas e da terra e a interface com vários saberes** [recurso eletrônico], Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.

PEREIRA, Flavio Augusto. **Introdução à Astrobiologia**. Rio de Janeiro: Ed. Livraria José Olympio, 1958.

PÉREZ, D.G. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125–153, 2001.

PIMENTA, Selma Garrido; LIMA, Maria Socorro Lucena. **Estágio e docência**. São Paulo: Cortez, 2012 .

PIOVEZAN, Amanda Cristina Tedesco. **Situação desencadeadora de aprendizagem no ensino de Astronomia: uma proposta de ensino de escalas astronômicas explorando notícias científicas**. 2020. Dissertação (Mestrado em Astronomia na Educação Básica) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, University of São Paulo, São Paulo, 2020. Acesso em: 26 jan. 2026.

PIOVEZAN, Amanda Cristina Tedesco; GAMA, Leandro Daros. Explorando notícias na sala de aula: Uma proposta para ensino de astronomia e matemática no ciclo fundamental II. **Revista Eletrônica Educação Por Escrito**, v. 2179, p. 8435, 2021.

OLIVEIRA, Diego Nascimento; CARVALHO, Tassiana. Análise dos conteúdos de astronomia nas ementas dos cursos de formação de professores. **Revista Latino-Americana De Educação Em Astronomia**, v.34, p. 7-24., 2023. Disponível em: <https://relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/636/601>. Acesso em: 24 jan. 2025.

OLIVEIRA, Vitória Cássia Gabriela de; FRANCELINO, Delton Mendes. Associação de princípios da ecopedagogia a conceitos da astrobiologia como fundamentos didáticos e contribuição para a educação do futuro. **IF-Sophia:Revista Eletrônica de Investigações Filosófica, Científica e Tecnológica**,v. 7, n. 21, p. 158-175, 2021. Disponível em: <https://revistas.ifpr.edu.br/index.php/ifsophia/article/view/198>. Acesso em: 19 jan. 2025.

OLIVEIRA, Caroline Avelino. **Stanley Lloyd Miller e a origem da vida: Uma possibilidade para o estudo da Natureza da Ciência**. 2014. Mestrado em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2014.

OLIVEIRA FILHO, Sousa Kepler; SARAIVA, Maria de Fatima Oliveira. **Astronomia & Astrofísica**. Porto Alegre: Departamento de Astronomia - Instituto de Física Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. 716 p. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2025.

QUILLFELDT, Jorge Alberto. Astrobiologia: água e vida no sistema solar e além. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, p. 685-697, 2010. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27nespp685>. Acesso em: 7 jun. 2025.

RAMALHO, Alice Silveira *et al.* Desvendando os mistérios cósmicos: uma jornada pelo planetário na origem dos planetas e na formação da vida. **Epitaya E-books**, v. 1, n. 112, p. 113-126, 2025. Disponível em:

<https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/1570>. Acesso em: 29 mar. 2026.

RAMPELOTTO, Paulo Henrique. A química da vida como nós não conhecemos. **Química Nova**, v. 35, p. 1619-1627, 2012.

REIS, Michele Tamara; LÜDKE, Everton. Levantamento de interesses dos estudantes sobre astronomia: um olhar sobre as orientações para o currículo de ciências nos anos finais do ensino fundamental. **Vivências**, v. 15, n. 28, p. 152-164, 2019. Disponível em:

<http://revistas.uri.br/index.php/vivencias/article/view/23>. Acesso em: 9 ago. 2025.

RODRIGUES, F. *et al.* Astrobiology in Brazil: early history and perspectives.

International Journal of Astrobiology, v. 11, n. 4, p. 189–202, 2012. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/232748949_Astrobiology_in_Brazil_Early_history_and_perspectives>. Acesso em: 12 out. 2025.

RODRIGUES, Ana Isabel; GOUVEIA, Ricardo Nuno Teixeira; MACHADO, Luis Pinto. **Astroturismo: Uma proposta de reforço da competitividade insular O Caso da Ilha da Madeira**. Pantanal Editora, 2024. v. 3, n. 2. Disponível em:

<https://editorapantanal.com.br/submissao/index.php/pe/catalog/book/13>. Acesso em: 7 set. 2025.

ROSA, M. N. M. da. *et al.* Astrobiologia em consonância com a BNCC:

Possibilidades de aplicações no ensino fundamental II. **Caderno de Física da**

UEFS, v. 18, n. 02, p. 2602.1-09, 2020. Disponível em:

<https://ojs3.uefs.br/index.php/cadfis/article/view/10547>. Acesso em: 15 jun. 2025.

_____. **Ensino de astrobiologia a partir da biosfera terrestre em comparação com a composição química dos principais satélites naturais de Júpiter**. 2022. 105f. Dissertação (Mestrado Profissional em Astronomia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2022.

ROTHER, Edna Terezina. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 20, n. 2, p. v–vi, abr. 2007.

ROTSCHILD, Lynn J.; MANCINELLI, Rocco L. Life in extreme environments. **Nature**, v. 409, n. 6823, p. 1092-1101, 2001.

SACRISTÁN, José Gimeno (Org.). **Saberes e incertezas sobre o currículo**. Porto Alegre: Penso, 2013.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, María Del Pilar Baptista. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, P. C. *et al.* Tecnologias digitais no ensino de Ciências Naturais: uma análise sobre aplicações no contexto escolar. **TICs & EaD em Foco**, São Luís, v. 11, n. 1, p. 49-71, 2025. Disponível em:
<https://ticsead.uemanet.uema.br/index.php/ticseadfoco/article/view/712>. Acesso em: 14 jan. 2026.

SANTOS, Tainah Campelo. **Bioassinaturas: uma proposta de astrobiologia para educação básica e a nova BNCC**. 2022. 63 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Física) Faculdade de Física da Universidade Federal do Pará, Belém-PA. 2022.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Escopo-sequência 2024 do Estado de São Paulo. Disponível em:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1NF2mqLAKabsqxlIBsK8tZrCZS_CfdBX/edit?gid=11516623#gid=11516623.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. **Currículo Paulista**, SEDUC/Undime SP. São Paulo: SEDUC/SP, 2019 a.

_____. Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Currículo Paulista: Etapa Ensino Médio, SEDUC/Undime SP. São Paulo: SEDUC/SP, 2020 b.

_____. **Materiais Didáticos – 2025**, Anos Finais e Ensino Médio (FGB), São Paulo, 2025, p. 1.

SHAGHAGHI, Azam; ANTONAKOPOULOS, Konstantinos. The societal impacts of a mars mission in the future of space exploration. **Physics Procedia**, v. 38, p. 176-185, 2012.

SILVA JÚNIOR, Osias Raimundo da. Jogos no ensino de Biologia: uma forma dinâmica de aprender sobre os Arthropodes. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, n. 2, 2018.

SILVA, Marcelo José da; PEREIRA, Marcus Vinicius; ARROIO, Agnaldo. O papel do Youtube no ensino de ciências para estudantes do Ensino Médio. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 7, n. 2, 2017. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/recm/article/view/4560>. Acesso em: 17 jan. 2026.

SILVA, Robson Willians da Costa; PAULA, Beatriz Lima de. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. **Terræ Didática**, nº5, v.1, p. 42-49, 2009.

SLOVINSCKI, Luciano; ALVES-BRITO, Alan; MASSONI, Neusa Teresinha. Um diagnóstico da formação inicial de professores da área de ciências da natureza na perspectiva do ensino de astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, 2023.

STALEY, James T. Astrobiology, the transcendent science: the promise of astrobiology as an integrative approach for science and engineering education and research. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 14, n. 3, p. 347-354, 2003. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958166903000739#section-cited-by>. Acesso em: 17 jun. 2025.

STETTER, Karl O. Extremophiles and their adaptation to hot environments. **FEBS Letters**, v. 452, p. 22-25, 1999.

SOBREIRA, Paulo Henrique Azevedo.; RIBEIRO, José Pedro Machado. Erros Conceituais de Astronomia em Livros Didáticos de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias – PNLD 2021. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 35, p. 77-126, 2023.

SOUZA, Ilíada Rainha de; TONI, Daniela Cristina de; CORDEIRO, Juliana. **Genética evolutiva**. Florianópolis: UFSC, 2011.

SOUZA, Jonas Garcia de. **Astrobiologia: obstáculos e possibilidades, a (re)ligação com o cosmos e o ensino de ciências**. 2013. 211 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências de Bauru, 2013.

SOUZA, Salete Linhares; QUEIROZ, Nicilmar dos Santos. Quadro analítico para discussões argumentativas em fóruns on-line: aplicação no ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 3, p. 145-170, 2018.

SOUZA, Vitor Fabrício Machado. **A importância da pergunta na promoção da Alfabetização Científica dos alunos em aulas investigativas de Física**. 2012. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física e à Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2012.

STYCZINSKI, M. J. *et al.* Chapter 11: Astrobiology Education, Engagement, and Resources. **Astrobiology**, v. 24, n.1, p. 216-227, 2024. Disponível em: <https://www.liebertpub.com/doi/full/10.1089/ast.2021.0098>. Acesso em: 17 jun. 2025.

SUMMONS, R. *et al.* Molecular biosignatures. **Space ScienceReviews**, v. 135, n. 1-4, p. 133-159, 2008.

SZOCIK, Konrad. Should and could humans go to Mars? Yes, but not now and not in the near future. **Futures**, v. 105, p. 54-66, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001632871830199X#bib0005>.

Acesso em: 05 ago. 2025.

TADEU, Tomaz. **Documentos de identidade - Uma Introdução às teorias do currículo**. 3. ed. São Paulo: Autêntica Editora, 2007.

TARDIF, Maurice; LESSARD, Claude; LAHAYE, Louise. Os professores face ao saber: esboço de uma problemática do saber docente. **Teoria e Educação**, n. 4, p.215-133, 1991.

TIBERIO, Carolina Targon. Análise das concepções prévias dos estudantes sobre meteorítica no último ano do Ensino Fundamental. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 37, p. 26-50, 2024.

TOMIO, Daniela; GRIMES, Camila; RONCHI, Daiane Luchetta; PIAZZA, Fernanda; REINICKE, Karina; PECINI, Vanessa. As imagens no ensino de ciências: o que dizem os estudantes sobre elas? **Caderno Pedagógico**, v. 10, n. 1, 2013. Disponível em:

<https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/1210>.

Acesso em: 16 jan. 2026.

TOMITA, Noemy Y. De História Natural a Ciências Biológicas. **Ciência e Cultura**, p. v.47, nº12, p. 1173-1177, dez. de 1990. Disponível em:

<https://memoria.bn.gov.br/docreader/DocReader.aspx?bib=003069&pagfis=57998>. Acesso em: 09 jan. 2025.

VARGAS DA SILVA, Allison; MACEDO, Beatriz Maria Santos; PECHLIYE, Magda Medhat. Concepções de professores de Ciências e Biologia sobre o conceito de ser vivo. **Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n.º extra 2017, p. 3045-50, 2017. Disponível em:

<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/339801>. Acesso em: 27 dez.

2025.

VEIGA, Ilma Passos Alencastro; SILVA, Edileuza Fernandes da. **Ensino Fundamental: da LDB à BNCC**. Campinas: Papyrus, 2018.

VICENZI, Lectícia Josephina Braga de. A fundação da Universidade do Distrito Federal e seu significado para a educação no Brasil. **Fórum Educacional**. Rio de Janeiro, v.10, n.3, 1986. Disponível em: <<http://www.bvanisioteixeira.ufba.br/artigos/federal.html>>. Acesso em 09 jan. 2025.

VIEIRA, Carolina da Silva.; EDRA, Fátima Priscila Morela. Turismo espacial e as viagens espaciais. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 6, p. e4422, 2024. Disponível em: <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/4422>. Acesso em: 6 ago. 2025.

VOELZKE, Marcos Rincon; SPINARDI, José Ivan. Visão, concepção e discurso de professores que ensinam astrobiologia. **Observatório De La Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 9, p. e6936, 2024.

VOET, Donald; VOET, Judith G.; PRATT, Charlotte W. **Fundamentos de bioquímica: a vida em nível molecular**. Porto Alegre: Artmed, 2014. 1167 p.

WEIL, Pierre. **A Consciência Cósmica: introdução à Psicologia Transpessoal**. Petrópolis: Vozes, 1989. 88 p.