UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

STEFÂNIA GRACES MIGNONE

DO ANTROPOCENTRISMO À CIÊNCIA: A TRANSFORMAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE VIDA POR MEIO DA ASTROBIOLOGIA DE ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Uruguaiana, RS, Brasil
2025

STEFÂNIA GRACES MIGNONE

DO ANTROPOCENTRISMO À CIÊNCIA: A TRANSFORMAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE VIDA POR MEIO DA ASTROBIOLOGIA DE ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação Stricto sensu em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. (Dr). Carlos Maximiliano Dutra.

Uruguaiana, RS, Brasil
2025

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

M636a Mignone, Stefânia Graces
DO ANTROPOCENTRISMO À CIÊNCIA: A TRANSFORMAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE VIDA POR MEIO DA ASTROBIOLOGIA DE ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL / Stefânia Graces Mignone.
154 p.

Dissertação(Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa, MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE, 2025.
"Orientação: Carlos Maximiliano Dutra".

1. Ensino de Ciências. 2. Astronomia. 3. Astrobiologia. 4. Ensino Fundamental. 5. Três momentos pedagógicos. I. Título.

STEFÂNIA GRACES MIGNONE

DO ANTROPOCENTRISMO À CIÊNCIA: A TRANSFORMAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE VIDA POR MEIO DA ASTROBIOLOGIA DE ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação Stricto sensu em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Ciências.

Dissertação defendida e aprovada em: 19 de agosto de 2025.

Banca examinadora:

_____

Prof. Dr. Carlos Maximiliano Dutra
Orientador
(UNIPAMPA)

_____

Profa. Dra. Raquel Ruppenthal
(UNIPAMPA)

_____

Profa. Dra. Eliade Lima
(UNIPAMPA)

Dedico esta dissertação a minha mãe, Maria da Graça Silva Graces. E as minhas gatinhas Nobara e Anastasia (*in memoriam*).

AGRADECIMENTO

Agradeço, com profunda gratidão, ao Professor Dr. Carlos Dutra, por aceitar a responsabilidade de orientar este trabalho mesmo diante de tantas outras atribuições, e por ter sido sempre tão atencioso, gentil e disponível.

Às Professoras Doutoras Carla Spohr, Raquel Ruppenthal e Simone Pinton, meu reconhecimento por contribuírem imensamente para minha formação acadêmica, oferecendo auxílio nos momentos difíceis e orientação constante.

À minha mãe, Maria da Graça Silva Graces, meu amor incondicional e eterno agradecimento. Seu esforço incansável como mãe solo foi a base que sustentou cada passo desta caminhada. A você, dedico não só esta dissertação, mas todas as conquistas que dela derivarem.

À minha família, por todo o amor, apoio e inspiração constantes. Em especial, agradeço à tia Maristela Graces e à tia Maria Elena Graces, que me acolheram e cuidaram de mim com a ternura de uma segunda mãe.

Às amigas queridas da graduação, Maria Clara Machado e Adriana Greco, meu carinho e reconhecimento por cada conversa, cada partilha e cada brainstorming que me ajudou a clarear ideias quando tudo parecia confuso. Vocês fizeram da jornada mais leve.

Ao meu melhor amigo, Vincent Daniel da Silva Rehermann, e à minha prima, Daniella Camponogara, por serem presenças indispensáveis na minha vida. Obrigada por me acolherem, por me conhecerem profundamente e mesmo assim nunca desistirem de mim.

À minha psicóloga, Eva Mansur, que me guiou com paciência e competência durante os períodos de crise do autismo, nos momentos de meltdown, shutdown e luto.

Ao Clube de Astronomia - Uruguaiana e a professora Eliade Lima, agradeço pela maravilhosa experiência de Iniciação Científica, que me formou, me inspirou e me trouxe tantos momentos divertidos, de alegria e pertencimento inesquecíveis. E, claro, ajudou a inspirar esta pesquisa.

À Escola Estadual de Ensino Médio Romaguera Corrêa e ao diretor José Luis da Rosa, meu sincero agradecimento por abrirem as portas para a realização desta pesquisa, permitindo que eu aplicasse a sequência didática com liberdade e respeito.

Por fim, mas com um carinho que não cabe em palavras, dedico este trabalho à memória das minhas gatinhas Nobara e Anastasia. Ambas partiram ainda filhotes, no meio do processo de escrita desta dissertação. Foram minha companhia silenciosa, meu suporte emocional como autista, e, sem dúvida, parte essencial da minha força para seguir. A dor da perda ainda reverbera, mas o amor que me deram — e que ficou — também. Que esta conquista honre a presença delas na minha vida, ainda que breve.

Existe uma teoria que diz que, se um dia alguém descobrir exatamente para que serve o Universo e por que ele está aqui, ele desaparecerá instantaneamente e será substituído por algo ainda mais estranho e inexplicável. Existe uma segunda teoria que diz que isso já aconteceu.

Douglas Adams

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo investigar como uma sequência didática (SD) baseada em astrobiologia pode contribuir para a aprendizagem de conceitos científicos e para a reformulação de concepções sobre vida por estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. Fundamentado em uma abordagem qualitativa, com delineamento pré-experimental, o estudo foi desenvolvido em uma escola pública estadual, envolvendo 21 estudantes selecionados a partir da frequência e da participação nas aulas com aplicação de instrumentos diagnósticos. A SD foi composta por oito aulas planejadas segundo os Três Momentos Pedagógicos, os conteúdos foram articulados de forma interdisciplinar, envolvendo conceitos de Biologia, Química e Astronomia. A coleta de dados incluiu formulários de pré e pós-testes (nas aulas 1, 2, 4, 6 e 8), diário de campo e desenhos produzidos pelos estudantes. Os resultados evidenciaram a presença inicial de concepções fortemente marcadas por antropomorfismo, antropocentrismo e referências midiáticas, muitas vezes associadas a figuras da cultura pop sobre o fenômeno da vida. Ao longo da sequência, observou-se um avanço gradual na incorporação de critérios científicos explícitos, como metabolismo, presença de elementos químicos essenciais, condições ambientais e adaptação ao meio. A astrobiologia mostrou-se eficaz não apenas como tema motivador, mas como eixo integrador capaz de articular saberes diversos e promover o deslocamento de concepções intuitivas para modelos explicativos mais próximos do discurso científico. A pesquisa aponta, ainda, para o potencial da astrobiologia em promover reflexões éticas, ambientais e epistemológicas sobre a vida num contexto cósmico. Apesar dos resultados positivos, o estudo se limita a um único contexto escolar e a um recorte conceitual específico, o que aponta para a necessidade de investigações futuras que explorem a abordagem astrobiológica em diferentes níveis de ensino, com outros públicos e objetos conceituais. Pesquisas comparativas com outras estratégias didáticas também poderiam ampliar a compreensão sobre seu potencial formativo.

Palavras-Chave: Ensino de Ciências. Sequência didática. Antropomorfismo. Concepções de vida. Formação de conceitos científicos.

ABSTRACT

This research aimed to investigate how a didactic sequence (DS) based on astrobiology can contribute to the learning of scientific concepts and to the reformulation of students' conceptions about life, among 9th-grade students in a Brazilian public school. Grounded in a qualitative approach with a pre-experimental design, the study was conducted in a state public school and involved 21 students selected based on their attendance and participation in lessons where diagnostic instruments were applied. The DS consisted of eight lessons planned according to the framework of the Three Pedagogical Moments, with contents articulated in an interdisciplinary way, involving concepts from Biology, Chemistry, and Astronomy. Data collection included pre- and post-test forms (applied in lessons 1, 2, 4, 6, and 8), a field diary, and drawings produced by the students. The results revealed an initial presence of conceptions strongly marked by anthropomorphism, anthropocentrism, and media-based references, often associated with popular culture figures about the phenomenon of life. Throughout the sequence, a gradual increase was observed in the incorporation of explicit scientific criteria, such as metabolism, the presence of essential chemical elements, environmental conditions, and adaptation to surroundings. Astrobiology proved effective not only as a motivational theme but also as an integrative axis capable of articulating diverse knowledge and promoting a shift from intuitive conceptions to explanatory models more aligned with scientific discourse. The research also highlights the potential of astrobiology to foster ethical, environmental, and epistemological reflections about life in a cosmic context. Despite the positive results, the study is limited to a single school context and a specific conceptual focus, which highlights the need for future investigations that explore the astrobiological approach in different educational levels, with other audiences and conceptual targets. Comparative studies with other didactic strategies could also broaden the understanding of its formative potential.

Keywords: Science education. Didactic sequence. Anthropomorphism. Conceptions of life. Scientific concept formation.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Objetos do conhecimento por unidade temática para o 9º ano do EF …….. 19
Quadro 2 – Síntese das aulas da Sequência Didática…….. 47
Quadro 3 – Categorização das concepções dos alunos sobre o que caracteriza um ser vivo (Pré-teste – Aula 2) ……..…… 57
Quadro 4 – Categorização das concepções dos alunos sobre o que caracteriza um ser vivo (Pós-teste – Aula 2) ……..……. 62
Quadro 5 – Categorização das concepções dos alunos sobre a Química da Vida (Pré-teste – Aula 4) ……...…… 70
Quadro 6 – Categorização das concepções dos alunos sobre a Química da Vida (Pós-teste – Aula 4) ……...…… 74
Quadro 7 – Elementos essenciais e não essenciais à vida mencionados pelos alunos (Pós-teste – Aula 4) …… 76
Quadro 8 – Categorização das concepções dos alunos sobre colonização espacial (Pré-teste – Aula 6) …… 83
Quadro 9 – Categorização das concepções dos alunos sobre colonização espacial (Pós-teste – Aula 6) …… 88
Quadro 10 – Categorização das concepções sobre vida extraterrestre nas respostas escritas (Pré-teste – Aula 1) …… 93
Quadro 11 – Categorização dos desenhos dos alunos sobre vida extraterrestre (Pré-teste – Aula 6)…… 97
Quadro 12 – Análise do grau de antropomorfismo e estereótipos culturais nos desenhos (Pós-teste – Aula 8)…… 100
Quadro 13 – Categorias de análise das descrições dos organismos fictícios criados pelos alunos (Pós-teste – Aula 8) …….. 104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Teia curricular com os objetivos de conhecimento propostos …… 50
Figura 2 – Mapa mental coletivo sobre o conceito de vida (Turma 91) …… 55
Figura 3 – Mapa mental coletivo sobre o conceito de vida (Turma 92) …… 56
Figura 4 – Frequência dos critérios indicados como essenciais para definir um ser vivo (Pré-teste – Aula 2) …… 61
Figura 5 – Classificação dos elementos como essenciais ou não essenciais à vida (Pós-teste – Aula 4) …… 76
Figura 6 – Destinos considerados mais viáveis para colonização humana segundo os estudantes (Pós-teste – Aula 6) …… 87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ESA – **E**uropean **S**pace **A**gency (Agência Espacial Europeia)

NASA – **N**ational **A**eronautics and **S**pace **A**dministration (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço)

BNCC – **B**ase **N**acional **C**omum **C**urricular

SD – **S**equência **D**idática

EF – **E**nsino **F**undamental

EM – **E**nsino **M**édio

3MP - **T**rês **M**omentos **P**edagógicos

PI – **P**roblematização **I**nicial

OC – **O**rganização do **C**onhecimento

AC – **A**plicação do **C**onhecimento

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO **11**
1 INTRODUÇÃO **13**
1.1 Justificativa 16
1.1.1 Por que estudar Astrobiologia? 16
1.1.2 O que dizem os documentos norteadores? 18
1.4 Objetivos 22
1.4.1 Objetivo Geral 22
1.4.2 Objetivos Específicos 22
2 REFERENCIAL TEÓRICO **23**
2.1 A Astrobiologia no contexto educacional: um levantamento 23
2.2 Astrobiologia: um conceito interdisciplinar? 28
2.3 Transposição Didática 34
2.4 Concepções Prévias e Antropocentrismo como Estruturas Cognitivas na Aprendizagem de Ciências 36
2.5 Sequências Didáticas 38
2.5 Os Três Momentos Pedagógicos 41
3 METODOLOGIA **43**
3.1 Delineamento metodológico da pesquisa 43
3.2 Contexto, participantes e Ética 44
3.3 Organização da sequência didática 45
3.4 Procedimentos e instrumentos de coleta de dados 50
3.5 Tratamento e análise dos dados 51
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES **54**
4.1 Análise da Aula 2 — Definindo Vida 54
4.1.1 Pré-teste aula 2 57
4.1.2 Pós-teste aula 2 62
4.1.3 Análise integrada: mapa mental, pré-teste, pós-teste e diário de campo 66
4.2 Análise da Aula 4 – O Contexto Químico da Vida 69
4.2.1 Pré-teste aula 4 70
4.2.2 Pós-teste aula 4 74
4.2.3 Análise integrada: triangulação dos dados do pré e pós-teste e diário de campo 80
4.3 Análise da Aula 6 — A conquista do Espaço 82
4.3.1 Pré-teste aula 6 82
4.3.2 Pós-teste aula 6 87
4.2.3 Análise integrada: triangulação dos dados do pré e pós-teste e diário de campo 90
4.4 Análise das Aulas 1 e 8 92
4.4.1 Pré-teste aula 1 - Existe vida fora da Terra? 92
4.4.2 Pós-teste aula 8 - Aula Síntese 100
4.4.3 Análise integrada: triangulação com os registros de diário de campo 106
4.5 Considerações gerais sobre os resultados e discussão 107
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS **110**
REFERÊNCIAS **112**

APÊNDICES.....118
APÊNDICE A – A Sequência Didática.....118
AULA 1 – EXISTE VIDA FORA DA TERRA?.....118
AULA 2 – DEFININDO A VIDA: O QUE É VIDA?.....121
AULA 3 – VIDA NA TERRA: ORIGEM, FORMAS E EVOLUÇÃO.....125
AULA 4 – O CONTEXTO QUÍMICO DA VIDA.....129
AULA 5 – SISTEMA SOLAR: ORIGEM E ESTRUTURA ATUAL.....132
AULA 6 – A CONQUISTA DO ESPAÇO.....134
AULA 7 – ESPECTROSCOPIA.....138
AULA 8 – AULA SÍNTESE.....143
APÊNDICE B – Artigos em processo de submissão.....145

APRESENTAÇÃO

A semente para este trabalho foi plantada ainda durante minha graduação. Desde meus primeiros anos no curso de Ciências da Natureza - Licenciatura da Unipampa Uruguaiana (que integra química, física e biologia) vivi em um ambiente que estimulava a conexão entre diferentes áreas do conhecimento. Essa formação interdisciplinar não apenas moldou minha visão acadêmica, como também despertou em mim, desde essa época, uma curiosidade especial por temas que transcendem as fronteiras tradicionais das disciplinas.

Logo no primeiro ano da graduação, participei do projeto de extensão do Clube de Astronomia Uruguaiana, onde tive meu primeiro contato com a Astrobiologia. Foi um momento especial: o artigo "Macromolecular organic compounds from the depths of Enceladus" (Postberg et al., 2018) havia sido recém-publicado na Nature, e a professora Eliade Lima, buscando me integrar às atividades do clube, desafiou-me a analisar seus achados. Mergulhei na pesquisa sobre Encélado – a intrigante lua de Saturno com oceanos subterrâneos e macromoléculas orgânicas – e descobri como aquelas moléculas orgânicas complexas, detectadas nos gêiseres do satélite, sugeriam possíveis condições para vida. A empolgação foi tamanha que transformei a análise em meu primeiro seminário no clube, já que a forma como o estudo unia química, biologia e física para explorar possíveis sinais de vida em Encélado, lua de Saturno, ecoava exatamente a proposta integradora do meu curso. A Astrobiologia deixou de ser um interesse passageiro para se tornar uma paixão: ali entendi como a ciência ganha força quando dialoga consigo mesma em mais de uma instância.

O que mais me fascina na Astrobiologia é que ela não apenas conecta campos distintos do conhecimento, mas também nos convida a enxergar os conceitos de forma viva e contextualizada. Muitas vezes, aprendemos física, química e biologia como compartimentos isolados: vemos movimento harmônico apenas em uma mola presa a uma parede, sem perceber que padrões semelhantes de oscilação estão presentes no movimento interno de organelas ou em processos de divisão celulares. Decoramos conceitos de alavanca e energia potencial elástica sem notar que a perna de um grilo ao saltar é uma engenhosa expressão desses mesmos princípios. A Astrobiologia, ao lidar com questões tão amplas quanto a origem e a possibilidade de vida em outros planetas, exige que se derrubem essas barreiras artificiais, pois cada fenômeno é uma teia que envolve simultaneamente propriedades químicas, estruturas biológicas e leis físicas.

Decidi, então, transformar essa motivação em pesquisa: para meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), desenvolvi uma Sequência Didática (SD) usando a Astrobiologia

como pano de fundo para ensinar ciências, enxergando nela uma dupla oportunidade: aprofundar meu interesse pessoal e, ao mesmo tempo, propor uma alternativa ao ensino fragmentado das Ciências da Natureza. Infelizmente, a pandemia de Covid-19 e a suspensão das aulas impediram a aplicação prática da SD na época.

A oportunidade de retomar esse projeto surgiu com o ingresso no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGECQVS). A linha de pesquisa "Processos de Ensino e Aprendizagem em Ambientes Formais e Não Formais" tornou-se o terreno ideal para revisitar meu trabalho, desta vez com um olhar mais maduro e ambicioso, num ambiente propício para explorar de forma mais rigorosa as possibilidades desse tema de pesquisa. Além de investigar desafios do ensino de ciências, essa linha incorpora perspectivas da filosofia, história da ciência e psicologia, criando pontes entre teoria e prática – exatamente o que buscava para validar e aprimorar minha proposta.

Nesta dissertação, pretendo explorar não apenas o potencial da Astrobiologia como ferramenta interdisciplinar, mas também analisar como abordagens integradas podem transformar o ensino de ciências. Meu objetivo é contribuir de forma prática para uma educação científica que vá além da compartimentalização de saberes, promovendo uma compreensão mais rica, contextualizada e holística dos fenômenos que moldam nosso universo.

1 INTRODUÇÃO

Se existem questões que permeiam qualquer povo desde a antiguidade até os dias atuais, independentemente da cultura, são aquelas que tangem a essência da existência humana, em particular, a pergunta "Será que estamos sozinhos no universo?". Desde os primórdios, os seres humanos ponderam incansavelmente sobre sua própria origem, o que deu início aos inúmeros mitos de criação e cosmogonias que conhecemos hoje. Certamente, em algum ponto da história, outros assim como Giordano Bruno, se perguntaram se a vida também existiria nos muitos astros observados no céu noturno (Blumberg, 2003; Galante, 2016; Tanaka, 2019).

Desde os muitos sóis de Giordano Bruno e os canais de Schiaparelli, até a comoção criada pela radiotransmissão de "A Guerra dos Mundos" de H. G. Wells e os super-heróis modernos como os "Guardiões da Galáxia", o imaginário popular humano é povoado por questões relacionadas ao surgimento da vida e, principalmente, se estamos sozinhos no universo (Gleiser, 2006; Horvath, 2008; Des Marais *et al.*, 2008). Ainda que seja um campo em desenvolvimento, a investigação da existência ou não de vida fora da Terra é uma hipótese verificável e, portanto, passível de investigação científica (Spinardi, 2017). Atualmente, o ramo da ciência que concentra esforços para tentar responder tais perguntas é a astrobiologia[1]. A astrobiologia é um campo de estudos que apresenta como um de seus principais objetivos a busca por vida em outros planetas, baseada no conhecimento adquirido sobre as formas de vida conhecidas na Terra (Rosa *et al.*, 2020).

Assim, a astrobiologia se preocupa com diversas questões:

> sendo a física e a química comuns em todo o Universo, será também a biologia? Pode o surgimento da vida na Terra ter sido fruto de um improvável acidente ou a atividade biológica, com toda sua rica complexidade, se manifestar sempre que as condições são favoráveis? Quais exatamente são essas condições? Com que frequência elas são atendidas? Que diferentes mundos podem abrigá-las e qual é a extensão de seu alcance pelo Universo afora? Essas são algumas das perguntas a que se propõe a responder a novíssima ciência da astrobiologia, que nas últimas décadas deixou de ser mero exercício de especulação para se firmar como uma das áreas mais promissoras da investigação científica no século XXI (Galante, 2016, p. 12).

Para entender a origem, evolução e dispersão do fenômeno da vida no universo, é necessário a cooperação e integração de diversas ciências, como Química, Bioquímica,

[1]"Antigamente também conhecida como *exobiologia* ("estudo da vida de fora") ou *xenobiologia*, ("estudo da vida estrangeira"), foi posteriormente renomeada para Astrobiologia ("estudo da vida no cosmos"). Tal reformulação ocorreu devido ao reconhecimento de que é fundamental ter uma compreensão sobre os mecanismos e as condições que tornaram a vida possível, haja vista que a Terra é o único planeta que se conhece onde a vida surgiu e prosperou" (Paulino-Lima; Lage, 2010, p. 14).

Astronomia, Biologia, Biogeografia, Mineralogia, Astrofísica, Microbiologia, Radioastronomia, Geologia, Paleontologia, Biofísica, Ecologia, Planetologia, Cosmologia, entre outras ramificações (Paulino-Lima; Lage, 2010).

Afinal,

> Só seremos capazes de encontrar vida em outros planetas, seja do Sistema Solar ou fora dele, se formos capazes de integrar nossos conhecimentos, de maneira a decifrar os sinais sutis e complexos da vida (Galante, 2016, p. 31).

Staley (2003, p. 348, tradução nossa) delineia alguns tópicos centrais abordados pela astrobiologia como: formação estelar e de sistemas planetários, origem da vida, busca por bioassinaturas, características da Terra primitiva, extinções em massa e vida em ambientes extremos. Essa abrangência corrobora a afirmação de Des Marais et al. (2008, p. 716) de que a astrobiologia é "multidisciplinar em seu conteúdo e interdisciplinar em sua execução", dependendo de uma "estreita coordenação entre disciplinas e missões espaciais" para seu sucesso.

Friaça e Pacheco (2014, p. 127, tradução nossa) ampliam essa perspectiva ao caracterizá-la como transdisciplinar, argumentando que seus objetos de estudo — universo e vida — são tão amplos que transcendem a mera interdisciplinaridade. Para os autores, ao adotar a definição de astrobiologia como "o estudo do universo vivo" (Chyba & Hand, 2005), reconhece-se sua capacidade de integrar escalas cósmicas e biológicas.

Dessa forma, a astrobiologia pode ser enfim definida como a ciência transdisciplinar que se encarrega do entendimento da origem, evolução, distribuição e futuro da vida pelo cosmos, por meio da integração dos conhecimentos acumulados por diversas áreas como Astronomia, Astrofísica, Biologia, Geologia e Astroquímica (Des Marais *et al.*, 2008; Friaça; Pacheco, 2014; Paulino-Lima; Lage, 2010; Spinardi, 2017; Staley, 2003).

Por isso,

> [...] uma das principais características positivas da astrobiologia é sua capacidade de integrar pesquisadores de diferentes áreas para trabalharem com um enfoque inter e multidisciplinar em problemas científicos extremamente complexos, mas essenciais para compreendermos o fenômeno da vida no Universo (Galante, 2016, p. 28–29).

Além de seu destaque como campo científico, é notável que os saberes essenciais para a pesquisa em astrobiologia também se entrelaçam aos objetos de conhecimento previstos nos currículos da educação básica: temas como origem da vida, evolucionismo, exploração do Sistema Solar, evolução estelar e ciclos biogeoquímicos — já consolidados nos currículos — ganham uma nova dimensão quando associados à busca por vida extraterrestre. Essa sinergia é destacada por Spinardi (2017, p.25), que aponta seu potencial para integrar disciplinas de forma orgânica; fortalecer a base STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes,

Matemática), preparando estudantes para um mundo tecnocientífico e; promover reflexões éticas ancoradas em evidências científicas.

Diante desse cenário, parte-se do pressuposto de que a astrobiologia pode servir como ferramenta motivadora para o ensino de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental e Médio. Estudos como os de Neitzel (2006), Peixoto (2018) e Spinardi (2017) apontam benefícios de seu uso em sala de aula, ressaltando sua capacidade de despertar curiosidade e favorecer abordagens interdisciplinares. Contudo, a literatura ainda é incipiente, especialmente no Ensino Fundamental, e poucos trabalhos a utilizam como meio para ensinar conceitos científicos fundamentais, priorizando, em geral, a própria astrobiologia como conteúdo.

Entretanto, usar a astrobiologia como ponto de partida para o ensino de conceitos científicos exige reconhecer que os alunos chegam à sala de aula com concepções prévias sobre os fenômenos naturais, construídas a partir de suas vivências cotidianas, influências culturais e da mídia. Esses conhecimentos espontâneos, embora façam sentido no dia a dia, nem sempre estão alinhados com a lógica científica e podem levar a interpretações antropocêntricas ou simplistas — como imaginar alienígenas com formas humanas ou considerar o oxigênio importante apenas porque “nós respiramos”. Como já apontava Ausubel (2003), a aprendizagem significativa depende justamente de se partir dessas ideias iniciais para, através de mediações adequadas, ampliá-las e ressignificá-las.

Para que essa transição ocorra, é necessário provocar conflitos cognitivos (POSNER et al., 1982) que evidenciem as limitações dessas concepções espontâneas e incentivem a construção de modelos mais coerentes com o conhecimento científico. Bachelard (1996) define essas ideias iniciais como obstáculos epistemológicos que precisam ser superados para o avanço da compreensão científica. Vigotski (2009) acrescenta que o papel do ensino é justamente mediar a transformação de conceitos cotidianos em conceitos científicos sistematizados. É nesse ponto que a astrobiologia mostra seu potencial diferenciado: por lidar com questões amplas e desafiadoras — como “o que é vida?” ou “quais condições permitem que ela surja em outros planetas?” —, ela obriga os estudantes a ir além do senso comum e a mobilizar explicações baseadas em critérios científicos, como os elementos essenciais da vida (CHONPS) ou os requisitos energéticos e químicos dos organismos.

Diante disso, este trabalho busca responder à seguinte questão: De que modo uma Sequência Didática (SD), estruturada a partir da astrobiologia, pode contribuir para a aprendizagem de conceitos científicos e para a reformulação de concepções prévias alternativas sobre vida extraterrestre entre estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental?

Invertendo, dessa forma a lógica predominante: em vez de tomar a astrobiologia como um fim em si, propõe utilizá-la como meio para confrontar e reformular concepções prévias alternativas[2], como as visões antropocêntricas sobre vida extraterrestre, explorando os critérios científicos que sustentam a biologia contemporânea.

Neste contexto, esta pesquisa tem por objetivo geral investigar como a astrobiologia, abordada por meio de uma Sequência Didática elaborada – originalmente desenvolvida no meu Trabalho de Conclusão de Curso (Mignone, 2022) – para o Ensino Fundamental II, pode contribuir para uma aprendizagem mais significativa de conceitos científicos. A proposta é analisar as contribuições e limitações dessa abordagem a partir da aplicação prática em sala de aula, com base em referenciais teóricos da Educação em Ciências e na Análise De Conteúdo das produções dos alunos. Parte-se da hipótese de que a SD em astrobiologia pode contribuir para a reformulação das concepções ingênuas sobre vida extraterrestre (ex.: antropomorfismo/antropocentrismo), substituindo-as por critérios científicos.

Por fim, ressalto que a intenção aqui não é substituir metodologias nem grades curriculares consagradas, mas ampliar o repertório pedagógico, oferecendo uma opção de abordagem para se introduzir e trabalhar determinados temas das Ciências da Natureza, através da perspectiva de uma ferramenta que favorece a interdisciplinaridade. A astrobiologia funciona, nesse contexto, como um cenário temático que permite contextualizar conteúdos já previstos nas disciplinas formais — como física, química e biologia — em torno de questões complexas e instigantes, como a origem da vida e a possibilidade de sua existência em outros planetas. Assim, ensina-se através da astrobiologia: em vez de somar novos conteúdos ao currículo, promove-se uma abordagem interdisciplinar que articula os conhecimentos existentes de forma mais conectada, significativa e alinhada aos desafios do mundo contemporâneo. Se hoje prevalece uma perspectiva segmentada — onde fotossíntese, tectonismo ou evolução estelar são tratados como ilhas de conhecimento —, a astrobiologia emerge como ponte epistemológica, convidando estudantes a enxergar ciência como um todo articulado.

1.1 Justificativa

[2] Neste trabalho, o termo 'concepções prévias alternativas' é utilizado para referir-se às ideias espontâneas que os estudantes trazem consigo e que, embora façam sentido em seu cotidiano, diferem dos modelos científicos aceitos, como no caso de explicações antropocêntricas sobre a vida.

1.1.1 Por que estudar Astrobiologia?

Nos últimos dois séculos o desenvolvimento tecnológico e os programas de exploração espacial tornaram a astrobiologia um campo central para missões como a Viking (e seus experimentos biológicos) e os rovers marcianos Curiosity e Perseverance, cujas buscas por bioassinaturas ampliaram nosso entendimento sobre a possibilidade de vida fora da Terra (Galante, 2010). Durante o século XX, essa exploração esteve majoritariamente sob controle de agências como a NASA e a Agência Espacial Europeia (ESA). No entanto, este cenário vem aos poucos sendo modificado por um movimento recente na história da exploração espacial que ainda está em evolução: a exploração espacial movida pela iniciativa privada. Seja na órbita da Lua e da Terra ou na exploração de Marte, empresas como a *SpaceX* e *Blue Origin* são exemplos práticos de como o espaço será explorado pela iniciativa privada no século XXI e possuem planos ambiciosos de levar o homem à Marte até 2026 e até mesmo colonizar o planeta até 2050, sem falar do processo de terraformação de Marte almejado pelo bilionário Elon Musk (Bhattacherjee *et al.*, 2018; Cassita, 2021; Pekkanen, 2019; Presse, 2021; Saldanha, 2021; Uemura, 2022).

Diariamente somos bombardeados por notícias a respeito dos avanços destas empresas em construir e lançar com sucesso satélites para orbitar a terra (starlink), aperfeiçoar tecnologias para a construção de veículos de lançamento reutilizáveis (VLR) e lançar seus próprios “astronautas” e clientes ao espaço (Butrica, 2006; Bhattacherjee *et al.*, 2018; Cassita, 2021; Fernandez, 2022; Mendes, 2021; Orlova, Nogueira, Chimenti, 2020; Pekkanen, 2019; Presse, 2021; Saldanha, 2021; Uemura, 2022). Independentemente da viabilidade desses planos ambiciosos e de seus prazos, é em meio a este contexto que as atuais e próximas gerações de alunos estarão envolvidos e é a este contexto que os professores precisam se adaptar. Ainda que tais planos estejam cercados de incertezas técnicas, políticas e éticas, sua ampla divulgação impacta a formação do imaginário coletivo contemporâneo e demanda reflexão crítica no ambiente escolar.

Afinal,

> A escola, como lugar legítimo de aprendizagem, produção e reconstrução de conhecimento, cada vez mais precisará acompanhar as transformações da ciência contemporânea, adotar e simultaneamente apoiar as exigências interdisciplinares que transversam hoje à construção de novos conhecimentos. A escola precisará acompanhar o ritmo das mudanças que se operam em todos os segmentos que compõem a sociedade. O mundo está cada vez mais interconectado, interdisciplinarizado e complexo (Thiesen, 2007, p. 95).

Por isso,

> [...] o professor moderno precisa tornar-se interdisciplinar, compreender que um entendimento mais profundo de sua área de formação não é suficiente para dar conta de todo o processo de ensino. Ele precisa apropriar-se também das múltiplas relações conceituais que sua área de formação estabelece com as outras ciências. O conhecimento não deixará de ser especialidade, sobretudo quando profundo, sistemático, analítico, meticulosamente reconstruído, todavia ao educador caberá o papel de reconstruí-lo dialeticamente na relação com seus alunos por meio de métodos e processos verdadeiramente produtivos (Thiesen, 2007, p. 98).

Afinal, as mídias apenas veiculam as informações, mas estas reportagens só serão transformadas em conhecimentos sistematizados e significativos se forem aplicadas práticas adequadas em sala de aula, o que depende (além de outras coisas) da postura pedagógica do professor. Além disso, é importante lembrar que mesmo a geração de nossos pais, conviveu em uma época que Star Wars e Star Trek estavam em voga, e seja através do Vulcano Spock ou do Groot do Planeta X em Guardiões da Galáxia, a vida alienígena e a exploração espacial permeiam o imaginário coletivo gerando extremo interesse pela ciência que pode ser aproveitado em sala de aula para potencializar o processo de ensino-aprendizagem (Galante, 2016). Isso ocorre porque

> Tanto a busca por uma explicação para a origem da vida na Terra quanto a especulação sobre vida extraterrestre estão intimamente ligadas à busca de nosso lugar e objetivo no Universo. Dessa forma, os temas tratados pela astrobiologia são de grande impacto no imaginário popular, encontrando-se profundamente enraizados na cultura e sociedade (Galante, 2016, p. 29).

É necessário que a ciência ensinada na escola se adeque a este cenário contemporâneo, pois, como Carl Sagan (2006, p. 43) apontou, nossa civilização depende profundamente da ciência e da tecnologia, embora poucos realmente compreendam esses campos:

> Nós criamos uma civilização global em que os elementos mais cruciais - o transporte, as comunicações e todas as outras indústrias, a agricultura, a medicina, a educação, o entretenimento, a proteção ao meio ambiente e até a importante instituição democrática do voto - dependem profundamente da ciência e da tecnologia. Também criamos uma ordem em que quase ninguém compreende a ciência e a tecnologia.

Mas onde as mídias e as artes, como o cinema e a literatura, nos apresentam uma nova possibilidade para entender e ensinar sobre ciência e tecnologia.

1.1.2 O que dizem os documentos norteadores?

Ademais, podemos ver essa demanda pela adaptação tanto nos PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais) quanto na BNCC (Base Nacional Comum Curricular), onde encontramos orientações claras ao professor para que este conduza seus alunos de modo que os mesmos sejam capazes de desenvolver determinadas competências e habilidades que

contemplem metodologias interdisciplinares e contextualizadas com o mundo real e com o contexto atual da sociedade (Brasil, 1997; Brasil, 1998; Brasil, 2000; Brasil, 2002; Brasil, 2018). Estes documentos trazem que:

> O conceito de ciências está presente nos demais componentes, bem como a concepção de que a produção do conhecimento é situada sócio, cultural, econômica e politicamente, num espaço e num tempo. Cabe aqui reconhecer a historicidade do processo de produção do conhecimento. Enfim, preconiza-se que a concepção curricular seja transdisciplinar e matricial, de forma que as marcas das linguagens, das ciências, das tecnologias e, ainda, dos conhecimentos históricos, sociológicos e filosóficos, como conhecimentos que permitem uma leitura crítica do mundo, estejam presentes em todos os momentos da prática escolar (Brasil, 2000, p. 20).

Esses ideais são expressados com o intuito de formar um cidadão crítico e bem informado capaz de viver em sociedade e compreender seu papel como transformador da mesma. Além disso, os PCNs ainda nos instruem que:

> Através da organização curricular por áreas e da compreensão da concepção transdisciplinar e matricial, que articula as linguagens, a Filosofia, as ciências naturais e humanas e as tecnologias, pretendemos contribuir para que, gradativamente, se vá superando o tratamento estanque, compartimentalizado, que caracteriza o conhecimento escolar (Brasil, 2000, p. 22).

Nesta fala, percebe-se que o principal impasse para o desenvolvimento destas competências e habilidades é o fato de as disciplinas serem vistas de modo geral, separadamente e desconectadas umas das outras além de, muitas vezes, descontextualizadas do mundo. O risco de um ensino compartimentalizado e descontextualizado, como enfatizado por Morin (2002), reside na redução do significado das aprendizagens, alienando o aluno de sua realidade histórico-social.

É em meio a este contexto que inserimos nossa proposta de ensinar ciências por meio da astrobiologia. Como ressalta Fazenda (2001), a interdisciplinaridade exige não apenas integração de conteúdos, mas também reflexão epistemológica sobre os problemas da ciência atual. Assim, "[...] a astrobiologia se mostra como uma poderosa ferramenta, criando a linguagem e a oportunidade de transpor barreiras acadêmicas criadas artificialmente pela sociedade." (Galante, 2016, p. 31). Uma vez que, desde os seus primórdios a astrobiologia se esforça para cruzar as fronteiras tradicionais entre as ciências e unificar seus conhecimentos e contribuições sob seus próprios métodos. Afinal:

> A astrobiologia nasceu com a proposta de criar um ambiente inter e multidisciplinar para discussão sobre a vida, enfocando não apenas a Terra como sistema fechado, mas suas interações com o meio astrofísico, incluindo todos os fenômenos de nossa vizinhança cósmica – no passado, presente ou futuro (Galante, 2016, p. 30).

Por isso acredito que a astrobiologia, além de auxiliar na compreensão de conceitos em Ciências da Natureza para os alunos, também possa oferecer meios para que os professores desenvolvam suas aulas de forma mais interdisciplinar e/ou contextualizada. Pois,

> A interdisciplinaridade **supõe um eixo integrador, que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção.** Nesse sentido, ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários (Brasil, 2002, p. 76, grifo nosso).

Ao analisar o Quadro 1, vemos que é possível incluir a astrobiologia por meio dos objetos do conhecimento propostos em cada unidade temática, sem deixar de contemplar o que já é preconizado pela BNCC (Rosa *et al.*, 2020). Uma vez que, temas como Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo; Evolução estelar; Ideias evolucionistas e Preservação da biodiversidade; Estrutura da matéria; Aspectos quantitativos das transformações químicas e; claro, Vida humana fora da Terra, são temas que fazem parte do escopo de estudos da astrobiologia e são fundamentais para que esta avance como campo do conhecimento.

Quadro 1 - Objetos do conhecimento por unidade temática para o 9º ano do EF.

Unidade Temática	Objetos de Conhecimento
Matéria e Energia	● Aspectos quantitativos das transformações químicas; ● Estrutura da matéria; ● Radiações e suas aplicações na saúde.
Vida e Evolução	● Hereditariedade; ● Ideias evolucionistas; ● Preservação da biodiversidade.
Terra e Universo	● Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo; ● Astronomia e cultura; ● Vida humana fora da Terra; ● Ordem de grandeza astronômica; ● Evolução estelar.

Fonte: Brasil, 2018.

Vejamos mais algumas considerações da BNCC para o 9° ano do Ensino Fundamental, desta vez em relação à sua matriz curricular “Terra e Universo” que, assim como a astrobiologia, se preocupa com questões relacionadas à vida perante o cosmos. Nesta unidade temática,

> [...] busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, **particularmente das zonas habitadas pelo ser humano e demais seres vivos,** bem como de observação dos principais fenômenos celestes (Brasil, 2018, p. 328, grifo nosso).

Onde também “espera-se que os alunos possam refletir sobre a posição da Terra e da espécie humana no Universo.” (p. 329). Não obstante, a habilidade EF09CI16 citada nesta mesma unidade temática traz mais explicitamente que o aluno deve ser capaz de “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.” (Brasil, 2018, p. 351).

No eixo temático de mesmo nome nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental, temos como objetivos:

> Compreender o Universo, projetando-se para além do horizonte terrestre, para dimensões maiores de espaço e de tempo, pode nos dar novo significado aos limites do nosso planeta, de nossa existência no Cosmos, ao passo que, paradoxalmente, as várias transformações que aqui ocorrem e as relações entre os vários componentes do ambiente terrestre podem nos dar a dimensão da nossa enorme responsabilidade pela biosfera, nosso domínio de vida, fenômeno aparentemente único no Sistema Solar, ainda que se possa imaginar outras formas de vida fora dele (Brasil, 1998, p. 41).

Além disso, os PCNs também demonstram uma preocupação com o entendimento do fenômeno da vida como um evento singular:

> Um conhecimento maior sobre a vida e sobre sua condição singular na natureza permite ao aluno se posicionar acerca de questões polêmicas como os desmatamentos, o acúmulo de poluentes e a manipulação gênica. Deve poder ainda perceber a vida humana, seu próprio corpo, como um todo dinâmico, que interage com o meio em sentido amplo, pois tanto a herança biológica quanto às condições culturais, sociais e afetivas refletem-se no corpo (Brasil, 1998, p. 22).

Podemos perceber nestes trechos a preocupação com o fenômeno da vida perante o Cosmos. Portanto, a astrobiologia pode ser inserida no planejamento ao se trabalhar as seguintes temáticas em ciências: origem e evolução da vida na Terra; fatores abióticos que são importantes para a manutenção da vida; ciclos biogeoquímicos; ecossistemas da Terra; biosfera; hidrosfera e atmosfera terrestre; termodinâmica e termoquímica; evolução estelar e origem de elementos químicos; tabela periódica; ligações químicas; preservação da biodiversidade e educação ambiental; astronomia; entre muitos outros.

Visto que esses diversos conteúdos são necessários para a contextualização e introdução do tema sobre “Vida humana fora da Terra" especificamente e, por isso, precisam ser tratados antes de se trabalhar a habilidade EF09CI16. Afinal, esta habilidade diz que é preciso “Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas[...]”, onde as condições necessárias para à vida humana também contemplam necessidades básicas compartilhadas por toda a vida na Terra, como água líquida, uma fonte de energia e os elementos básicos para vida (CHONPS).

É importante ressaltar que há várias formas de se integrar a astrobiologia como ferramenta interdisciplinar não apenas nos conteúdos de ciências, mas também em outras disciplinas como literatura – com o livro "A guerra dos mundos" de H. G. Wells e seus impactos na sociedade da época –, geografia física – com as camadas da Terra e sua composição e relevo –, história – com a corrida espacial e seus impactos na sociedade –, geografia política e sociologia – quem tem direito e quais políticas regem a ocupação humana de outros corpos celestes? –, filosofia – o que é vida? –, entre outras. Desta forma, a astrobiologia pode ser inserida em qualquer ano do Ensino Fundamental II ou Médio, por apresentar temas que despertam a curiosidade científica dos discentes na busca em compreender questões relacionadas à origem e evolução da vida na Terra (Rosa *et al.*, 2020).

Nesse sentido, adotamos a astrobiologia em nossa SD porque ela cumpre três funções centrais: 1) Contextualização histórica e cultural: conecta conceitos científicos ao imaginário popular e às tendências contemporâneas de exploração espacial; 2) Integração de saberes: articula biologia, química, física, astronomia e até história e filosofia, seguindo o princípio de que a produção do conhecimento é situada social e historicamente; 3) Engajamento e pensamento crítico: estimula debates, produções artísticas e atividades práticas que levam o aluno a argumentar, questionar e construir significado de forma ativa.

Por fim, ao utilizarmos essa abordagem, alinhamos nossa prática às orientações curriculares e promovemos um olhar ampliado sobre a ciência, preparando alunos e professores para atuar em um mundo onde a fronteira entre as disciplinas é cada vez mais tênue e dinâmica. Nesse contexto, professores não apenas das Ciências da Natureza, mas também das áreas de Humanas, Matemática e Linguagens, podem colaborar para instigar mudanças comportamentais em nossos alunos como futuros cidadãos, de modo que reflitam sobre seu caráter como seres interventores da natureza que podem tanto colaborar com a habitabilidade do planeta, quanto promover grandes estragos, muitas vezes irreversíveis como o aquecimento global, a perda irracional de biodiversidade, poluição, desmatamento, seca entre outros que vitimam a vida humana e destroem os ecossistemas. Todos esses eventos se relacionam através das ciências de base e sofrem adaptações para o processo de construção do conhecimento astrobiológico, destacando seu caráter transdisciplinar e pedagógico (Spinardi, 2017).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Analisar de que forma uma sequência didática, estruturada a partir da astrobiologia, influencia a apropriação de conceitos científicos e transformação de concepções prévias alternativas de alunos do 9º ano sobre vida extraterrestre e sua capacidade de utilizar critérios científicos para definir e contextualizar a vida em outros ambientes.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar as concepções iniciais dos alunos sobre vida extraterrestre e os critérios que utilizam para defini-la;
- Avaliar a transformação das concepções dos alunos após a aplicação da sequência didática, com foco na redução do antropomorfismo e na incorporação de critérios científicos;
- Analisar a capacidade dos alunos de articular critérios científicos (como metabolismo, elementos químicos e condições ambientais) para justificar suas concepções sobre vida extraterrestre;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Astrobiologia no contexto educacional: um levantamento

O surgimento de um campo de pesquisa tão promissor inevitavelmente levanta indagações sobre suas contribuições para outras esferas do conhecimento. Os professores, por exemplo, podem se questionar: com o que esse novo campo de pesquisa pode contribuir na educação? E, de fato, existem autores que já se debruçaram sobre esse tema (Silva *et. al.*, 2016; Friaça, Pacheco, 2014; Harman, Devore, 2009; Oliver, Fergusson, 2007; Peixoto, 2018; Peixoto, Kleinke 2018; Spinardi, 2017; Staley, 2003) e obtiveram resultados bastante satisfatórios nas suas pesquisas. Falemos deles então.

Staley (2003), por exemplo, concentrou-se em uma linha de pesquisa mais teórica, discutindo o uso da astrobiologia no ensino e seus potenciais benefícios. Em seu trabalho, o autor conclui que "Por este conteúdo provocar um interesse inerente, a astrobiologia é ideal para o ensino de ciências desde a educação infantil até o nível de pós-graduação."[3] (Staley, 2003, p. 353, tradução nossa).

Numa linha parecida, Sérgio Tanaka apresenta em seu trabalho uma proposta de temas em astrobiologia que podem ser utilizados para introduzir assuntos de ciências ministrados nas escolas, compilando assuntos que são recorrentes dentro da astrobiologia e que podem ser ministrados no Ensino Fundamental e Médio (Tanaka, 2019). Em seu trabalho, Tanaka discorre sobre os temas: "Água e sua importância para a vida", demonstrando que neste eixo podem ser trabalhados conteúdos como mudanças de estado físico da água, ligações de hidrogênio, tensão superficial e hidrostática (com os teoremas de Stevin, Pascal e Arquimedes). Em um segundo eixo, chamado "a Atmosfera e seus gases" o autor discorre sobre a possibilidade de trabalhar os temas ciclos biogeoquímicos, gases ideais e efeito estufa. Num terceiro eixo chamado "Extremófilos", Tanaka propõe que se trabalhem os seguintes temas: taxonomia, tardígrados e condições extremas de vida como radiação e temperatura. Além disso, o autor também apresenta um exemplo de aplicação construindo três planos de aula aplicando suas propostas.

[3] No original: "The fact that a large number of majors is rep-resented in the course illustrates the capability of astrobiology in integrating several fields of knowledge. Considering the definition of astrobiology as "the study of the living universe" (Chyba & Hand, 2005), their two objects – universe and life – are so encompassing that astrobiology could be characterized as being transdisciplinary in addition to being interdisciplinary."

Por fim, o autor conclui: “Além disso, foi verificado que a Astrobiologia pode ser usada não somente como recurso motivador, mas também como ferramenta para se introduzir conceitos de interdisciplinaridade, uma vez que abrange diversas áreas da ciência.” (Tanaka, 2019, p. 42).

Em uma linha muito parecida, encontramos os trabalhos de Longuinhos (2020), onde o autor se propõe a elaborar e aplicar o que chamou de produtos educacionais: uma exposição de cunho itinerante, um manual de atividades e experimentos e um jogo de tabuleiro. Estas atividades foram desenvolvidas com 117 alunos do 3° ano do ensino médio e a pesquisa também contou com um grupo controle. O autor nos conta que

> A partir do momento que a Astrobiologia fez parte das aulas, os estudantes começaram demonstrar mais interesse pelas temáticas discutidas nas aulas, visto que aliar os conhecimentos da Biologia com os da Astronomia nos ajuda a entender as nossas origens do ponto de vista científico, requerendo uma discussão sobre a origem do universo, dos planetas, das estrelas, enfim, do Cosmos. (2020, p. 119).

Ao comparar os resultados do grupo controle com os grupos que tiveram a intervenção de seus produtos educacionais, Longuinhos termina concluindo que

> Portanto, os resultados alcançados evidenciam que as metodologias e estratégias utilizadas proporcionaram uma atuação criativa durante a aplicação do projeto de pesquisa nas aulas de Biologia, favorecendo a práxis pedagógica, bem como superar problemas identificados no processo de ensino e aprendizagem nas aulas de Biologia do CIEAC e da necessidade de promover a capacidade crítico reflexiva dos sujeitos cognoscentes por meio do trabalho interdisciplinar. Trabalhar as Ciências Naturais, nesse contexto, é relacionar o saber científico com o cotidiano desses sujeitos. (2020, p. 123).

Em sua pesquisa, fica muito nítida a discrepância entre as notas das turmas que sofreram a intervenção e a turma controle, pois esta última apresentou notas não muito distantes da média (notas abaixo de 5 pontos no boletim) (Longuinhos, 2020).

Peixoto (Peixoto, 2017; Peixoto, Kleinke, 2018), desenvolveu e aplicou uma disciplina de astronomia com foco em astrobiologia e com viés interdisciplinar para alunos do ensino médio. Dentre seus achados, ele conclui que a astrobiologia é uma área que apresenta um grande potencial para a aplicação de práticas interdisciplinares, além de ser um tema que desperta profundamente a curiosidade e interesse dos alunos (Peixoto, Kleinke, 2018).

Em suas palavras:

> Além de levantarmos dados significantes sobre quais os temas de astronomia que realmente interessam aos estudantes, pudemos evidenciar que práticas interdisciplinares fortalecem a relação ensino-aprendizagem de forma a promover um maior diálogo entre a astronomia contemporânea e diversas outras áreas de conhecimento, no qual a astrobiologia evidenciou ser uma das ramificações da astronomia com maior potencial para práticas integradoras. (Peixoto, Kleinke, 2018, p. 1).

Quanto à interdisciplinaridade, o autor ainda comenta que durante o desenvolvimento da disciplina, foi possível abordar temas como o consumo consciente de energia elétrica e água, associando as questões de cidadania, sociedade e ecologia à estrutura de sua disciplina integradora:

> Ao trabalharmos com a biosfera pudemos relacionar conceitos biológicos, físicos e químicos à astronomia, através de temas tais como fotossíntese, formação de oceanos, formação atmosférica, evolução, adaptação e fenômenos geológicos. A cosmosfera trouxe as relações entre a astronomia com a astrofísica, a astrobiologia e a cosmologia, principalmente no que diz respeito às teorias de formação e evolução tanto planetária quanto do próprio universo. [...] Os fenômenos foram relacionados com a observação dos astros e da contagem do tempo, fatores cruciais para a formação de estados e sua respectiva integração social. Temas como calendário, fases da Lua, estações do ano e ciclo dia-noite, aliados ao surgimento da agricultura e do sedentarismo foram os temas de destaque da sociosfera. (Peixoto, Kleinke, 2018, p. 8).

Podemos ver neste parágrafo que o autor obteve sucesso ao aplicar, para o ensino médio, um dos objetos de conhecimento sugeridos pela BNCC para o 9° ano: astronomia e cultura. Por isso,

> Acreditamos, dessa forma, que a astrobiologia, por ser uma das ramificações da astronomia em destaque e ascensão, tanto no meio acadêmico quanto em sua disposição na mídia, pode servir de apoio ao professor para a efetivação de um estudo integrado em sala de aula. Por relacionar diversas áreas investigativas, tais como a física, a química e a biologia, a astrobiologia ainda pode servir de motivador para que professores da educação básica ampliem a utilização de temas astronômicos em sala de aula, uma vez que suas abordagens permeiam diversas áreas de formação aliadas ao avanço tecnológico. (Peixoto, Kleinke, 2018, p. 8).

Nesta mesma linha, encontramos o trabalho de Neitzel (2006), que desenvolveu aplicou, também com alunos do Ensino Médio, um projeto utilizando a astronomia e a astrobiologia para ministrar 8 aulas para alunos do 2° ano.

O autor chega a conclusão que

> Obtivemos resultados bastante significativos após a aplicação deste projeto. Tais resultados [...] foram considerados satisfatórios por nós, demonstrando com clareza que a necessidade de atualizarmos e inovarmos o conhecimento em física, torna-se um fato notório. Com este trabalho esperamos poder contribuir estimulando a criatividade e a curiosidade dos alunos para um tema merecedor de toda nossa atenção.

O trabalho de Reis e Lüdke (2019), faz um levantamento dos temas pertinentes à astronomia que despertam o interesse dos alunos. Nos seus achados, encontramos muitos questionamentos feitos pelos alunos que se relacionam com a astrobiologia, como: “existe vida em outros planetas?”, “Há como habitar outros planetas?”, “Existe Marcianos?”, “Houve indícios de vida em outro planeta do Universo?” (p. 161). Em suas palavras:

> Os estudantes da turma de 9° ano apresentaram 13 interesses sobre o tema em questão, e 9 categorias foram necessárias para categorizar os assuntos. Dentre as categorias, quatro tiveram maior incidência de interesse entre os estudantes, ‘Vida fora da Terra’, ‘Planetas’, ‘Estrelas’ e ‘Universo’. (Reis, Lüdke, 2019, P. 163).

Em sua pesquisa, os autores encontram que os maiores interesses dos alunos de 9° ano com relação à astronomia são: “Algum dia vamos poder respirar normalmente no espaço?” e “Em alguma era poderia ter vivido populações nos outros planetas?” (Reis, Lüdke, 2019, P. 162).

Os autores chegaram à conclusão que “a organização da Unidade temática ‘Terra e Universo’ da BNCC, se aproxima significativamente dos interesses dos estudantes participantes desta pesquisa, como por exemplo, o assunto ‘Vida fora da Terra’”. (Reis, Lüdke, 2019, p. 164).

Além dos trabalhos já citados, também temos os trabalhos de Friaça e Pacheco (2014) que exploram as potencialidades da astrobiologia desta vez no ensino superior, onde trabalharam com alunos de graduação ministrando uma disciplina denominada “Vida em um contexto cósmico" (AGA 0316) oferecida pela Universidade de São Paulo (USP). Seus estudos demonstram na prática a interdisciplinaridade presente na astrobiologia, pois num período de 10 anos (2003-2013), 1513 alunos oriundos de 32 cursos de graduação diferentes, desde as ciências as humanidades, frequentaram o curso (Friaça, Pacheco, 2014, p. 127).

Os autores concluem que

> Por fim, um impacto importante da [disciplina] “Vida em um Contexto Cósmico” é que vários alunos que frequentaram o curso se envolveram ativamente no ensino e divulgação de ciências, tendo assim um papel importante na promoção da literatura científica. (Friaça, Pacheco, 2014, p. 127, tradução nossa). [4]

Até trabalhos estudando o potencial da astrobiologia em educar cientificamente adultos foram publicados (Oliver, Fergusson, 2007). Oliver e Fergusson (2007), realizaram um trabalho utilizando a astrobiologia para alfabetizar cientificamente adultos e chegaram a uma conclusão bem promissora: alguns de seus alunos foram capazes de melhorar a compreensão sobre como a ciência funciona mesmo depois de terem deixado o ensino médio, sendo capazes de definir com maior propriedade os percursos da investigação científica.

No entanto, alguns dos poucos trabalhos que tratam da astrobiologia no Ensino Fundamental (EF) são os trabalhos de Spinardi (2017), Silva (2016) e Rosa *et. al.* (2020). Rosa *et. al.* (2020), em seu trabalho, fazem uma análise da BNCC com o objetivo de discorrer sobre a inserção da astrobiologia na disciplina de ciências nas séries iniciais e finais do fundamental. A proposta dos autores é apresentar algumas sugestões de atividades de astrobiologia que podem ser agregadas aos conteúdos de ciências para o 6º e 9º do Ensino

[4] No original: “Finally, one important impact of the “Life in the Cosmic Context” is that several students who have attended the course have become actively involved in science teaching and outreach, thus having an important role in promoting the scientific literacy.”

Fundamental. As atividades podem ser direcionadas a unidade temática que o docente estiver abordando, conforme seu planejamento.

Os autores finalizam concluindo que

> Diante do exposto, é possível inferir que a Astrobiologia, embora ainda desconhecida para a maior parte dos docentes de ciências apresenta em seu contexto um campo de pesquisa a ser explorado e socializado entre pesquisadores, docentes e discentes. A explicitação das atividades reforça que a inserção da Astrobiologia no ensino fundamental não é, como popularmente pode ser dito, um " bicho de sete cabeça" e sim, algo que pode tranquilamente ser abordado a partir dos objetos de conhecimento determinados pela BNCC e das estratégias metodológicas desenvolvidas por cada docente (Rosa *et. al.*, 2020, p. 8).

Já Spinardi (2017) elaborou uma SD com o objetivo de discutir tópicos de astrobiologia com alunos do fundamental. Após a aplicação de sua SD de 5 aulas o autor observou a evolução conceitual dos alunos mediante indicadores de alfabetização científica.

De acordo com Spinardi:

> As argumentações estabelecidas durante as atividades em sala de aula se mostraram bastante satisfatórias, uma vez que não se restringiram somente a afirmações simples, mas, muitas vezes, apareceram ligadas a justificativas e julgamentos logicamente construídos. Fazendo-se uma análise temporal de evolução da aprendizagem dos alunos no decorrer da aplicação das atividades, reunidas em cinco aulas, foi observado dentro do escopo de categorias de indicadores de alfabetização científica, uma evolução paulatina, por parte dos alunos com relação a um melhor entendimento do conteúdo e da proposta ministrado pelo caderno do aluno (2017, p. 80).

Além disso, destaca a importância das discussões promovidas nas aulas para o desenvolvimento das habilidades do "fazer científico" entre os alunos, demonstrando que as atividades foram capazes de inseri-los em discussões próprias das ciências e contribuir para sua alfabetização científica:

> Vale notar que as discussões levaram os alunos a usar as habilidades próprias do "fazer científico", que aqui denominamos de Indicadores da Alfabetização Científica (IAC). Esse fato nos demonstra que os alunos participantes destas discussões estão em processo de se alfabetizarem cientificamente e, portanto, as aulas aqui analisadas foram capazes de inseri-los em discussões próprias das ciências (Spinardi, 2017, p. 80).

De acordo com o autor, fica claro então o poder que a astrobiologia tem de suscitar debates e discussões em sala de aula que foram fundamentais para que os alunos estabelecessem relações entre os conhecimentos aprendidos anteriormente e os novos conhecimentos apresentados através da SD. Além disso, também percebe-se a capacidade de alfabetizar cientificamente através da astrobiologia.

Outro trabalho sobre o EF que merece destaque é o de Silva *et. al.* (2016), que trata do tema identificando assuntos pertencentes ao conteúdo programático de ciências com tópicos estudados em astrobiologia e desenvolvendo um modelo de mapa conceitual apresentando as

conexões entre os assuntos abordados no Ensino Fundamental na disciplina de ciências com os eixos de pesquisa da astrobiologia.

Os autores chegam à conclusão que os seguintes temas podem ser trabalhados: vida e sua definição; água e diferentes estados da matéria; água no sistema solar; conceito de energia e sua importância para os processos climáticos e manutenção da vida; etc.

Nas palavras dos próprios autores:

> acreditamos que o ensino de ciências por meio da Astrobiologia, pode contribuir com o ofício e crescimento dos professores e dos alunos. No sentido de apresentar uma abordagem para o ensino de ciências baseada em uma construção interdisciplinar e transdisciplinar sugerida nos PCN (Silva *et. al.*, 2016, p. 8).

Além do mais, Silva *et. al.* (2016, p. 9) finalizam seu trabalho comentando sobre algumas propostas futuras, dentre elas a "Elaboração de materiais de ensino de ciências por meio da astrobiologia que, possam auxiliar o professor em suas aulas;" demonstrando a importância de termos um material didático voltado para os professores da educação básica para que possam aplicar práticas interdisciplinares por meio da astrobiologia.

Sendo esta uma carência identificada por nós e confirmada com a busca na literatura, nos motivamos a criar um material didático, mais especificamente uma Sequência Didática, e testar seus limites e colaborações para o ensino de ciências, além de o professor da educação básica em suas aulas para que este seja capaz de se beneficiar do caráter interdisciplinar e motivador da astrobiologia.

Uma das principais diferenças existentes entre o trabalho de Spinardi (2017) e o que proponho aqui é que o primeiro esteve voltado a ensinar a astrobiologia propriamente dita, apresentando os conceitos de zona habitável e organismos extremófilos. Já neste trabalho, propomos uma forma de usar a astrobiologia como tema motivador e problematizadora dos temas de sala de aula para ensinar os conteúdos objetos de conhecimento preconizados pela BNCC para a etapa do 9° ano do Ensino Fundamental.

2.2 Astrobiologia: um conceito interdisciplinar?

O processo de construção do conhecimento está intrinsecamente ligado ao contexto sociocultural em que é produzido. Conforme a sociedade se modifica e repensa seus valores, tais transformações reverberam no âmbito pedagógico. Um exemplo disso é a fragmentação das disciplinas na educação: à medida que a ciência moderna se desenvolveu, consolidou-se uma organização do saber baseada na divisão em campos especializados. Essa estrutura disciplinar permitiu grandes avanços científicos, mas também contribuiu para a fragmentação

do conhecimento. Na educação, essa lógica se refletiu em um modelo curricular compartimentalizado, em que os saberes são ensinados de forma isolada, dificultando a articulação entre diferentes áreas e a construção de uma visão integrada da realidade (Klein, 2010).

Esse modelo tradicional, enraizado na estrutura escolar e na divisão do conhecimento científico, tem suas raízes históricas em processos complexos que incluem o avanço da ciência moderna, a sistematização do saber nas universidades europeias e, posteriormente, a intensificação da especialização durante a Revolução Industrial. Essa intensificação reforçou ainda mais a fragmentação, já que o surgimento de novos campos técnicos e científicos exigiu uma divisão mais nítida entre as disciplinas, com foco na eficiência e na produtividade. No entanto, embora a especialização tenha se mostrado uma resposta pragmática aos desafios de seu tempo, ela não é suficiente para dar conta das complexidades contemporâneas (Morin, 2000), sobretudo no campo educacional. Como destaca Japiassú (1976), o conhecimento especializado, quando desconectado de um diálogo entre saberes, torna-se limitado e tecnocrático, incapaz de responder aos desafios amplos e interdependentes que marcam o mundo atual.

Ao reproduzir essa lógica fragmentária, a educação acaba por formar sujeitos com dificuldades em articular conhecimentos diversos para compreender fenômenos complexos. Para superar essa limitação, diversos autores propõem abordagens que promovam a integração dos saberes. Edgar Morin (2000), por exemplo, critica a compartimentalização do pensamento e defende a necessidade de reformar a maneira como o conhecimento é estruturado. Para ele, é essencial que a educação se volte para um pensamento complexo, capaz de articular, contextualizar e integrar saberes distintos.

O autor entende que a complexidade não pode ser abordada por meio de uma lógica reducionista, é necessário desenvolver uma racionalidade que aceite a incerteza, a interdependência e a articulação entre diferentes níveis de realidade. Nesse contexto, a interdisciplinaridade emerge não apenas como uma proposta metodológica, mas como uma exigência epistemológica diante dos desafios contemporâneos.

Ainda assim, embora sua importância seja amplamente reconhecida, a interdisciplinaridade não se apresenta como um conceito unívoco. Como mostra Thiesen (2017), a interdisciplinaridade pode ser compreendida sob diferentes enfoques: como postura epistemológica, como proposta curricular, como prática pedagógica e como processo investigativo. Essa multiplicidade de sentidos aponta para a riqueza do conceito e suas múltiplas definições, mas também exige cautela ao utilizá-lo.

Quando ocasionalmente falamos em interdisciplinaridade, estamos de algum modo nos referindo a uma espécie de interação entre as disciplinas ou áreas do saber. No entanto, essa interação pode acontecer de formas diferentes e em níveis de complexidade diferentes. É aí que surgem confusões quanto aos termos multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Em vista disso, onde a astrobiologia se encaixa em meio a tantas definições?

Para avançar nessa reflexão, é útil recorrer a pensadores que se dedicaram a diferenciar essas abordagens e explicitar o que distingue uma verdadeira prática interdisciplinar. Na perspectiva de Japiassú (1976), falar de interdisciplinaridade é falar de interação entre disciplinas, ou seja, entre campos de saber com fronteiras bem definidas, mas que se relacionam com vistas à construção de um conhecimento mais abrangente. Isso implica em um intercâmbio real que exige diálogo epistemológico e construção de um campo comum de problematização. Para ele, não basta reunir conteúdos distintos sob um mesmo tema: é necessário que haja uma integração efetiva, orientada por objetivos e problemáticas comuns. Quando existe interdisciplinaridade, existe também cooperação e diálogo entre as disciplinas de uma forma coordenada (Carlos, 2009). A interdisciplinaridade, nesse sentido, pode ser entendida como uma atitude epistemológica que visa à superação das fronteiras rígidas entre os saberes.

No entanto, Japiassú também adverte que o uso indiscriminado do termo pode esvaziá-lo de sentido. O que ele denomina como "falsa interdisciplinaridade" ocorre quando há apenas uma justaposição de conteúdos, sem qualquer articulação conceitual ou metodológica. Por isso, ele diferencia claramente a interdisciplinaridade da multidisciplinaridade e da pluridisciplinaridade. Enquanto estas representam formas mais superficiais de integração — a segunda sem relações entre as disciplinas e a terceira com relações limitadas —, a interdisciplinaridade exige uma coordenação mais profunda e colaborativa. Exigindo uma real interação metodológica e conceitual, que questiona as fronteiras tradicionais do conhecimento disciplinar. Quando essa exigência não é atendida, o resultado é o que o autor denomina “falsa interdisciplinaridade”: um uso retórico do termo, que mantém a lógica fragmentada do saber sob a aparência de integração.

Que é similar ao que ocorre na multidisciplinaridade – o primeiro nível de integração entre os conhecimentos disciplinares (Carlos, 2009) – já que esta não explora a relação entre os conhecimentos disciplinares e não há nenhum tipo de cooperação entre as disciplinas. Nas palavras de Mozena, Osterman (2014, p. 43), a multidisciplinaridade é “um tema comum a várias disciplinas, que é trabalhado de maneira isolada e disciplinar na sala de aula, sem

nenhuma relação entre si". Já para Japiassú (1976, p. 73), ela é uma "gama de disciplinas que propomos simultaneamente, mas sem fazer aparecer as relações que podem existir entre elas". Em termos simples, na multidisciplinaridade, é possível explicar um conceito (e.g. *"água"*) sem a obrigação implícita de uma apresentação inter-relacionada. O que ainda é insuficiente para descrever a abordagem interdisciplinar proposta com base na astrobiologia.

Tampouco essa proposta pode ser considerada apenas pluridisciplinar, pois essa abordagem ainda mantém a autonomia e a separação entre os campos do saber (Carlos, 2009; Japiassú, 1976). Além disso,

> Tanto o multi quanto o pluridisciplinar realizam apenas um agrupamento, intencional ou não, certos módulos disciplinares, sem relação entre as disciplinas (o primeiro) ou com algumas relações (o segundo): um visa à construção de um sistema disciplinar de apenas um nível e com diversos objetivos; o outro visa à construção de um sistema de um só nível e com objetivos distintos, mas dando margem à certa cooperação (Japiassú, 1976, p.72-73).

No entanto, mesmo para Japiassú (1976), a interdisciplinaridade verdadeira, ou legítima só é possível de ser atingida através da pesquisa científica. O autor defende que o que se pode fazer no ensino, então, seria

> adaptar certos aspectos dos novos campos científicos interdisciplinares, como a Biofísica, e explorar os seus fundamentos e as relações entre tais conhecimentos disciplinares de maneira a gerar a compreensão de uma série de fenômenos biofísicos, ou seja, fenômenos que não seriam adequadamente compreendidos somente a partir da Física ou da Biologia (Carlos, 2009, p. 6).

No entanto, ainda é possível explorá-la no ensino como uma proposta de integração conceitual introdutória. Essa abordagem, ainda que limitada pelas estruturas curriculares, pode promover conexões entre diferentes saberes, contribuindo para a formação de uma visão mais holística e contextualizada do mundo. Afinal:

> Independente da definição que cada autor assuma, a interdisciplinaridade está sempre situada no campo onde se pensa a possibilidade de superar a fragmentação das ciências e dos conhecimentos produzidos por elas e onde simultaneamente se exprime a resistência sobre um saber parcelado (Thiesen, 2008, p. 547).

É nesse contexto que a astrobiologia se destaca como uma ferramenta de grande interesse para o ensino interdisciplinar. Já vimos através dos trabalhos de Des Marais *et al.* (2008), e Friaça, Pacheco (2014) que a astrobiologia pode ser considerada, na verdade, um campo de conhecimento *transdisciplinar*, pois, enquanto campo de pesquisa, a astrobiologia integra saberes provenientes de diversas áreas com o objetivo comum de compreender a vida como fenômeno universal. Vemos que isso está de acordo quando analisamos os trabalhos de Japiassú (1976), pois, para o autor, uma transdisciplina é capaz de coordenar todas as disciplinas e interdisciplinas do sistema, mas ultrapassa suas fronteiras, gerando um campo de conhecimento novo, sustentado por uma base axiomática comum. Como explica Carlos

(2009, p. 3) “este é um tipo de interação onde ocorre uma espécie de integração de vários sistemas interdisciplinares num contexto mais amplo e geral, gerando uma interpretação mais holística dos fatos e fenômenos”. Para a astrobiologia, esta base axiomática é a vida em um contexto cósmico.

Entretanto, fora do contexto de pesquisa, nos voltando para o contexto do ensino básico, a astrobiologia pode ser trabalhada como temática interdisciplinar, justamente por conta de limitações epistemológicas, curriculares e metodológicas do ambiente escolar. Nesse cenário, ela pode ser utilizada para promover a articulação entre as disciplinas das Ciências da Natureza — como a física, a química e a biologia —, por meio de problemas complexos e integradores, como a origem da vida, a possibilidade de vida em outros planetas e as condições físico-químicas necessárias para tal ocorrência.

Carlos (2009) observa que, ao ser utilizada no ambiente escolar, uma abordagem interdisciplinar exige a coordenação de conteúdos com base em objetivos compartilhados entre diferentes áreas. Essa coordenação não deve ser entendida como uma hierarquia rígida, mas como um nível de articulação epistemológica mais profundo. No caso da astrobiologia, é essa articulação que possibilita a integração dos saberes em torno de uma temática comum, relevante e possivelmente motivadora para os estudantes.

Na perspectiva da educação, o uso da astrobiologia como temática motivadora contribui para romper com a lógica tradicional da fragmentação dos conteúdos, pois permite ao aluno perceber as inter-relações entre os diferentes campos do conhecimento. Ao se constituir como um campo que emerge da confluência de áreas como a biologia, a química, a física, a astronomia, a geologia e mesmo a filosofia, a astrobiologia não apenas empresta conceitos dessas ciências, mas desenvolve um corpo teórico próprio, sustentado por uma base axiomática comum: a busca pela compreensão da vida como fenômeno universal. Seus objetos de estudo – como a origem da vida, as condições planetárias que a sustentam e a possibilidade de sua existência fora da Terra – não pertencem a uma disciplina isolada, mas exigem uma abordagem integrada, capaz de reunir diferentes métodos, linguagens e perspectivas.

Essa proposta está alinhada com a concepção de Morin (2000), que defende a necessidade de ensinar a condição humana em sua complexidade. Ao abordar temas que envolvem o lugar da vida no universo, a astrobiologia proporciona uma reflexão sobre a existência humana, o papel da ciência e os limites do conhecimento. Trata-se, portanto, de uma abordagem que transcende o tecnicismo e contribui para uma formação mais crítica, ética e reflexiva.

Assim, a astrobiologia não se limita a uma associação de saberes; ela propõe uma síntese investigativa com objetivos convergentes, o que lhe confere densidade epistemológica e operacional. Ao evitar a sobreposição superficial de conteúdos, típica da falsa interdisciplinaridade criticada por Japiassú, e ao instaurar um diálogo efetivo entre os campos do conhecimento, a astrobiologia se apresenta como um modelo promissor para o enfrentamento da fragmentação ainda presente no ensino de ciências.

Além disso, a astrobiologia possibilita a inserção de discussões filosóficas, históricas e culturais no ensino de ciências. Questões como "o que é vida?", "de onde viemos?", "estamos sozinhos no universo?" são perguntas que atravessam não apenas os campos científicos, mas também outros saberes humanísticos. Essa abertura para diferentes formas de compreensão reforça o potencial transdisciplinar da astrobiologia enquanto campo de estudo, ao mesmo tempo em que reafirma seu valor como estratégia interdisciplinar no ensino básico.

A utilização da astrobiologia como tema integrador também dialoga com a ideia de integração curricular, defendida por autores como Lenoir (1998), que considera a interdisciplinaridade como uma prática situada no âmbito das matérias escolares. Segundo ele, as matérias escolares não são simples transposições dos saberes científicos, mas sim construções didáticas que incorporam elementos de diferentes disciplinas. Assim, ao propor atividades integradas com base na astrobiologia, o professor contribui para uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

Nesse processo, a astrobiologia oferece uma oportunidade singular de trabalhar com conceitos fundamentais das Ciências da Natureza de forma articulada. A compreensão das condições para a existência de vida fora da Terra, por exemplo, exige o domínio de noções como estrutura atômica, reações químicas, energia, temperatura, radiação, atmosfera, entre outras. A proposta aqui apresentada entende, portanto, que a astrobiologia, apesar de sua natureza transdisciplinar como campo científico, pode e deve ser tratada como ferramenta interdisciplinar no ensino básico. Afinal, no contexto escolar, não se busca reproduzir a complexidade do campo científico, mas sim explorar suas potencialidades pedagógicas como meio de integração curricular e de promoção de aprendizagens significativas.

Em síntese, a utilização da astrobiologia no ensino de ciências representa uma estratégia pedagógica promissora, capaz de promover a articulação entre diferentes saberes, ampliar a compreensão dos fenômenos naturais e despertar o interesse dos estudantes. Sua força reside justamente na capacidade de romper com a fragmentação disciplinar, sem abrir mão do rigor conceitual e da profundidade epistemológica exigidos por uma prática educativa comprometida com a formação integral do sujeito.

2.3 Transposição Didática

A astrobiologia, como vimos, apresenta um enorme potencial educativo ao articular de forma orgânica os saberes da física, química e biologia em torno de questões de alta relevância científica e existencial. No entanto, seu uso no contexto escolar exige cuidadosa mediação pedagógica, dado seu nível de complexidade e sua ausência no currículo formal. Para que a potencialidade da astrobiologia se concretize no ambiente escolar, é necessário considerar as limitações impostas pela estrutura curricular e pelas práticas pedagógicas vigentes, bem como analisar de que modo esse campo pode ser apropriado e integrado a essas práticas. Aqui, a advertência de Japiassú (1976) assume especial importância: vimos que para ele, a interdisciplinaridade genuína ocorre predominantemente no campo da pesquisa científica, onde as disciplinas se articulam de forma metodológica e epistemologicamente integrada. A partir disso, torna-se necessário refletir sobre *como* esse conhecimento, produzido majoritariamente em contextos acadêmicos e de pesquisa avançada, pode ser adaptado e transformado para fins educativos no ensino básico.

Diante desse desafio, a teoria da Transposição Didática (TD), proposta por Chevallard (1991), torna-se um referencial teórico significativo, ao oferecer um modelo teórico para compreender como o conhecimento interdisciplinar, como é o caso da astrobiologia, pode ser transformado em saber escolar. Essa transformação não implica apenas simplificar ou fragmentar o conteúdo original, mas sim reorganizá-lo de acordo com finalidades educativas, exigências curriculares e possibilidades de aprendizagem, mantendo, sempre que possível, sua coerência conceitual e seu potencial formativo. Segundo Chevallard (1991), a transposição didática é o processo pelo qual o conhecimento científico, produzido por especialistas em contextos acadêmicos e de pesquisa — o chamado *saber sábio* —, é transformado em *saber a ensinar* (conteúdos prescritos por currículos e livros didáticos) e, posteriormente, em *saber ensinado* (aquilo que efetivamente é trabalhado na sala de aula). Esse percurso não se dá de forma neutra ou automática: ele envolve recortes, (re)interpretações e adequações orientadas por finalidades pedagógicas, limitações curriculares e decisões didáticas.

Chevallard (1991) analisa essas transformações que o conhecimento produzido pelo "sábio" sofre até tornar-se um objeto de ensino. Segundo sua teoria, ao ser deslocado do campo da pesquisa científica para o espaço escolar, o conceito passa por profundas modificações que não se resumem à simplificação, mas envolvem uma reconfiguração em função de objetivos educativos, limitações didáticas e condições institucionais. Ainda que mantenha elementos de sua formulação original, esse conhecimento adquire novos

significados próprios do ambiente escolar, pois passa a responder a finalidades formativas distintas daquelas da ciência.

Quando esses conhecimentos são introduzidos no contexto escolar, passam por três processos fundamentais: despersonalização, descontextualização e dessincretização. A despersonalização ocorre pela universalização do conhecimento, tornando-o impessoal. A descontextualização suprime a história ligada à pesquisa, aplicando os resultados a problemas gerais. A dessincretização resulta na extração do saber de seu ambiente epistemológico, gerando uma rede específica e limitada ao contexto escolar.

Para que um conhecimento submetido a essa transposição se torne um objeto de ensino, é necessário recontextualizá-lo. No entanto, essa recontextualização não implica apenas em uma adaptação ou modificação da estrutura ou contexto original, mas na criação de um quadro epistemológico artificial, moldado de acordo com pressupostos didático-pedagógicos explícita ou implicitamente adotados.

Como aponta Astolfi (1995), essa transposição confere ao saber um novo status epistemológico: ele já não pertence integralmente ao universo científico, nem é apenas um reflexo empobrecido dele, mas constitui um novo objeto de ensino. É desejável que ocorra a produção desse novo saber, mesmo reconhecendo os riscos inerentes ao processo de criação, uma vez que os objetivos e motivações para ensinar e aprender ciências são distintos daqueles presentes no fazer científico (Astolfi, 1995). Essa mudança de “nicho epistemológico" implica em uma transformação inevitável do conhecimento. Portanto, o Saber Ensinado e o Saber Sábio, embora relacionados, são diferentes. Esse processo de transposição didática é evidenciado pela existência de atividades, objetos e áreas de estudo no ensino que não têm equivalência com a área de pesquisa científica ou são contextualizadas de maneira diferente. Algumas situações de ensino guardam alguma relação com o conhecimento de sua área específica, mas, na verdade, possuem identidade própria, existindo apenas como criações didáticas.

No caso da astrobiologia, essa transformação é particularmente evidente, uma vez que conceitos como habitabilidade planetária, origem da vida ou bioassinaturas precisam ser redesenhados em termos conceituais, linguísticos e metodológicos para se tornarem compreensíveis, mobilizáveis e significativos para estudantes da Educação Básica.

Ao lidar com temas oriundos da astrobiologia, o professor precisa tomar decisões fundamentadas: que conceitos selecionar, como contextualizá-los, que linguagem utilizar, quais conexões estabelecer com os saberes prévios dos estudantes. Essa mediação exige sensibilidade didática e reflexão crítica, pois o conhecimento original, além de ser altamente

especializado, muitas vezes se apoia em pressupostos epistêmicos distantes da realidade dos alunos. Transformar um conteúdo como “zonas habitáveis em exoplanetas” em um problema acessível, por exemplo, exige muito mais do que traduzir termos — requer criar situações didáticas que articulem esse conteúdo com os objetivos da área de Ciências, com o cotidiano dos estudantes e com o desenvolvimento de competências cognitivas e argumentativas. Nesse processo de transposição didática, o papel do professor torna-se central. Como destaca Pimenta (1999), o planejamento de ensino não é uma atividade meramente técnica, mas um ato político, ético e epistemológico, no qual o docente exerce uma função ativa de mediação e reconstrução do saber. Não se trata apenas de escolher conteúdos a partir de uma lista curricular, mas de interpretar o conhecimento à luz das possibilidades formativas dos alunos e dos objetivos da educação escolar.

Fazer a transposição didática da astrobiologia, portanto, implica transformar um campo científico emergente, altamente interdisciplinar e técnico, em um conjunto de saberes escolares acessíveis, significativos e formativos. Essa tarefa exige, antes de tudo, a seleção criteriosa dos conteúdos a serem abordados, priorizando aqueles que mantêm relação com os objetos de ensino já previstos na BNCC, como origem da vida, condições para a existência de vida, composição química da matéria e interações físico-químicas no universo. Além disso, é necessário reorganizar esses conteúdos em torno de problemas orientadores que mobilizem os estudantes cognitivamente e favoreçam a articulação entre física, química e biologia — por exemplo: “É possível existir vida em outros planetas?”, “O que é vida?”, ou “O que torna um planeta habitável?”. A transposição também envolve traduzir linguagens científicas especializadas em formas compreensíveis, sem descaracterizar os conceitos centrais, e criar situações didáticas que incentivem a investigação, a argumentação e a construção coletiva do conhecimento. Ao adotar esse enfoque, o professor deixa de ser um mero transmissor e assume o papel de mediador reflexivo, capaz de reconstruir o saber com base nas necessidades formativas dos alunos (Pimenta, 1999). Assim, a astrobiologia se torna não apenas um conteúdo mobilizador, mas um caminho legítimo e potente para promover um ensino de ciências mais integrado, contextualizado e epistemologicamente consciente.

2.4 Concepções Prévias e Antropocentrismo como Estruturas Cognitivas na Aprendizagem de Ciências

Ao se pensar na transposição de conteúdos complexos como os da astrobiologia para o contexto do ensino fundamental, é fundamental considerar não apenas a reorganização

epistemológica desses saberes, mas também os mecanismos de sua assimilação pelos estudantes. A aprendizagem de conceitos científicos não se dá em um vácuo: os alunos chegam à escola com uma bagagem de interpretações do mundo, construídas a partir de suas experiências cotidianas, repertórios culturais, crenças familiares e influências midiáticas. Essas concepções prévias, ainda que façam sentido no cotidiano, nem sempre estão alinhadas com os modelos científicos aceitos e podem levar a explicações simplistas ou antropocêntricas — como imaginar formas de vida extraterrestre sempre com traços humanoides ou atribuir importância ao oxigênio apenas porque seres humanos respiram, sem reconhecer que é um elemento fundamental de todas as biomoléculas mais importantes.

Tomemos esse mesmo antropocentrismo como exemplo, ao investigar as concepções dos estudantes sobre o fenômeno da vida, torna-se evidente que muitas dessas ideias são estruturadas em torno de uma perspectiva antropocêntrica. Essa tendência cognitiva, como discutem Bohlmann e Bürger (2018), é natural e frequente: os seres humanos projetam suas próprias formas e experiências para interpretar o mundo, seja atribuindo características humanas a organismos não humanos (antropomorfismo), seja considerando o ser humano como modelo de referência para a vida (antropocentrismo). Tal perspectiva, ainda que intuitiva, exerce um papel ambíguo no ensino de ciências, podendo funcionar tanto como recurso motivador quanto como barreira conceitual.

Nesse sentido, a teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel (1968), fornece um arcabouço essencial para compreender como o novo conhecimento pode ser incorporado às estruturas cognitivas pré-existentes de forma substantiva e duradoura. Ausubel argumenta que aprender significativamente significa ancorar o novo ao que o aluno já sabe, reorganizando e enriquecendo essas ideias iniciais. Para isso, três condições são fundamentais: (1) o conteúdo deve ser potencialmente significativo, ou seja, possuir elementos relacionáveis aos conceitos já presentes na estrutura cognitiva do aluno; (2) o estudante deve estar disposto a aprender, indo além da memorização mecânica; e (3) é necessário que existam conceitos âncora (subsunçores) que sirvam de base para a assimilação do novo conhecimento. Quando essas condições são satisfeitas, não apenas o novo se conecta ao velho, mas também provoca uma reestruturação do próprio conhecimento prévio.

No entanto, pesquisas recentes sobre antropocentrismo em educação em biologia (Nielson, 2023) apontam para uma relação complexa entre engajamento e aprendizagem. Por um lado, exemplos antropocêntricos despertam maior interesse e facilitam a memorização de informações, pois conectam novos conteúdos a experiências já familiares — um mecanismo próximo ao que Ausubel (2003) descreve como a necessidade de ancoragem em

conhecimentos prévios para que haja aprendizagem significativa. Por outro lado, o excesso de foco no humano pode reforçar concepções equivocadas, como a ideia de que “toda vida precisa de oxigênio” ou de que organismos extraterrestres devem possuir corpos humanoides. Essas distorções são reflexos de obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1996), formas de pensar que, embora funcionais no cotidiano, não se sustentam diante do rigor científico.

A astrobiologia, quando utilizada pedagogicamente, pode atuar tanto para potencializar esses benefícios quanto para minimizar os malefícios do antropocentrismo. Por exemplo, ao discutir a busca por vida fora da Terra, o professor pode inicialmente usar exemplos antropocêntricos como ponto de engajamento, aproveitando a familiaridade dos estudantes com narrativas midiáticas de ficção científica. No entanto, o próximo passo é confrontar essas ideias, problematizando-as por meio de situações-limite e conduzindo o estudante a reconhecer os limites de seu modelo explicativo inicial, como descreve a teoria da mudança conceitual de Posner et al. (1982), que defende a necessidade de provocar insatisfação com a concepção vigente, oferecendo um modelo alternativo mais coerente, inteligível e produtivo.

Além disso, ao trabalhar com a ideia de vida como fenômeno diverso e adaptável, a astrobiologia promove uma descentralização do humano, convidando o aluno a considerar critérios bioquímicos, energéticos e ambientais que ultrapassam as experiências terrestres. Essa descentralização é fundamental para que os estudantes avancem em direção a explicações mais abstratas e universais, desenvolvendo modelos mentais compatíveis com os paradigmas científicos contemporâneos. Nesse sentido, o papel do professor — conforme propõe Vigotski (2009) — é o de mediador cultural, capaz de tensionar os conceitos espontâneos, reorganizando-os por meio da linguagem científica e do diálogo com os pares.

Contudo, não basta conectar o novo ao já conhecido sem questionar criticamente as ideias existentes. Muitas dessas concepções funcionam como obstáculos epistemológicos, no sentido bachelardiano, isto é, formas de pensamento espontâneo que precisam ser superadas para que se avance rumo a uma compreensão científica (Bachelard, 1996). Por isso, além de valorizá-las como ponto de partida, o ensino deve criar situações de confronto e reflexão, evidenciando as limitações desses modelos explicativos. É nesse ponto que a teoria da mudança conceitual, de Posner et al. (1982), dialoga diretamente com Ausubel: para que um estudante abandone ou reformule uma concepção inicial, é preciso gerar conflitos cognitivos que o façam perceber a inadequação de seu modelo atual e reconhecer a necessidade explicativa do modelo científico.

Vigotski (2009) acrescenta outra dimensão a essa discussão ao destacar que os conceitos científicos não emergem espontaneamente, mas se formam por meio da mediação social e cultural, especialmente no contexto escolar. Para ele, há uma interação constante entre os conceitos cotidianos (espontâneos) e os conceitos científicos (sistematizados), sendo papel do professor promover a zona de desenvolvimento proximal, isto é, criar situações em que o aluno, com o devido suporte, consiga transformar suas ideias iniciais em explicações mais elaboradas e coerentes com o conhecimento científico.

Na prática pedagógica, esses referenciais teóricos se traduzem em estratégias que valorizam a sondagem inicial das ideias dos estudantes e a criação de pontes entre o senso comum e a ciência. No caso desta pesquisa, atividades como mapas mentais, discussões coletivas e a análise de situações-limite (como vírus, robôs e entidades fictícias) funcionaram como organizadores prévios, no sentido ausubeliano, ativando os subsunçores relevantes e abrindo espaço para a problematização dos critérios utilizados para definir a vida. A astrobiologia, por sua natureza interdisciplinar e provocadora, intensifica esse processo, uma vez que levanta questões amplas — como "o que é vida?" ou "quais condições permitem que ela surja em outros planetas?" — que desafiam diretamente as concepções do senso comum, exigindo a mobilização de explicações baseadas em critérios científicos como o ciclo do carbono, os elementos essenciais da vida (CHONPS) e os requisitos físico-químicos dos organismos.

Além disso, a astrobiologia oferece um terreno fértil para conexões não apenas conceituais, mas também afetivas e culturais, já que o tema da vida extraterrestre é fortemente presente no imaginário popular e na mídia. Assim, como o próprio Ausubel ressalta, a significância de um conteúdo não se limita à sua estrutura lógica, mas também depende do seu valor psicológico para o aprendiz. Ao utilizar essas representações midiáticas como ponto de partida — não para validá-las, mas para questioná-las —, cria-se um ambiente propício para a reconstrução progressiva do conhecimento, articulando a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora que Ausubel descreve como mecanismos-chave da aprendizagem significativa.

Portanto, ao lado da transposição didática, a compreensão do papel das concepções prévias, dos obstáculos epistemológicos e dos processos de mudança conceitual é essencial para pensar o ensino de Ciências em uma perspectiva integradora, crítica e transformadora. Esses fundamentos sustentam a proposta didática desta pesquisa, que busca não apenas transmitir informações sobre astrobiologia, mas utilizá-la como instrumento para promover a reconstrução conceitual dos estudantes, ampliando sua visão de mundo e sua compreensão

científica. NContudo, para que esses princípios se materializem efetivamente no cotidiano da sala de aula, é necessário organizá-los dentro de uma estrutura didática que respeite a lógica interna dos conteúdos e os tempos de assimilação dos alunos. É nesse contexto que se insere a proposta de Sequência Didática, entendida como uma organização intencional de atividades articuladas entre si, que favorecem a aprendizagem progressiva e significativa. A seguir, discutiremos os fundamentos teóricos que sustentam essa abordagem, com ênfase nas contribuições de Zabala (1998).

2.5 Sequências Didáticas

A transposição didática, conforme proposta por Chevallard (1991), oferece um arcabouço teórico para compreender como o saber científico é transformado em saber escolar por meio de recortes, adaptações e reconstruções orientadas por finalidades didáticas. No entanto, para que essa transposição se concretize de maneira eficaz, é necessário articular esse processo ao planejamento docente. É nesse ponto que contribuições como as de Zabala (1998) se tornam fundamentais. Zabala propõe a sequência didática como uma forma estruturada de organizar o ensino, permitindo que os conteúdos escolares se desenvolvam de modo progressivo e significativo, respeitando tanto a lógica do saber quanto a trajetória formativa do aluno.

A Sequência Didática (SD), também conhecida como Unidade Didática ou Unidade de Intervenção Pedagógica (Zabala, 1998), pode ser compreendida como um minicurso, (Matos, 1971). Zabala (1998, p.18) define as Sequências Didáticas como um "conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos".

Para esse autor é notória a adoção de uma perspectiva de sistematização e, portanto, de planejamento meticuloso vinculado aos objetivos de ensino no momento de elaboração de uma SD. Para Dolz e Schneuwly (2004) a SD é um conjunto de atividades escolares que são organizadas de forma sistemática.

As SDs são então, planejadas para ensinar os conteúdos, etapa por etapa, sendo assim, um conjunto de atividades ligadas entre si, e com isso, são organizadas de acordo com os objetivos de ensino-aprendizagem que o professor almeja alcançar para seus estudantes (Camargo; Bossle, 2016). No entanto a SD é "um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais" (Araújo, 2013, p.323), onde a construção desta unidade pode ser baseada na dinamicidade do ensino de ciências,

considerando os objetivos da contextualização. De acordo com Santos (2007, p.5), são objetivos das Sequências Didáticas

> [...] 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem e conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano.

Ademais, autores como Castro (1976, p. 55) defendem a utilização da SD uma vez que a "aprendizagem por unidades atende às necessidades do estudante de maneira mais efetiva. Opõe-se a que ele seja uma sucessão de aulas, tarefas e provas, referentes a informações esparsas, isoladas ou estanques". Porém, as atividades e relações estabelecidas em uma SD devem ser bem identificadas, a fim de melhor compreensão de seu valor educacional, e possíveis mudanças na para sua melhoria (Zabala, 1998). Guimarães e Giordan (2012) elencam alguns critérios para a elaboração/construção de uma SD:

1º) Título: este deve ser atrativo e relacionado a SD, uma vez que por si só, pode chamar a atenção, ou até mesmo criar resistência;

2º) Público alvo: considerando que a SD não é universal;

3º) Problemática e problemas: Considerar a problematização, bem como, os problemas em que a SD está sustentada;

4º) Objetivos gerais e específicos: que sejam passíveis de serem alcançados, onde os conteúdos e atividades, possam ser desenvolvidos visando tais objetivos;

5º) Conteúdos: os quais devem estabelecer uma relação com os componentes curriculares, ainda que estes estejam tradicionalmente organizados disciplinarmente, mas na natureza os fenômenos desta não se manifestam segundo essa visão disciplinar;

6º) Metodologia: a qual deve assumir um caráter fundamental, uma vez que é a partir desta que se estabelecem as situações de aprendizagens;

7º) Avaliação: a qual deve condizer com os conteúdos, atividades e sobretudo, com os objetivos descritos;

8º) Referências: importante apresentar as fontes utilizadas para o desenvolvimento das aulas.

Além disso, para Zabala, a metodologia da SD "tem a virtude de manter o caráter unitário e reunir toda a complexidade da prática, ao mesmo tempo em que permite incluir as três fases de toda intervenção reflexiva, quais sejam: o planejamento, a aplicação e a avaliação." Essa visão de Zabala (1998) deixa evidente a tríade que permite ao professor um movimento de constante aperfeiçoamento de suas ações de ensino.

> O planejamento racionaliza a inevitável articulação entre as reconstruções conceituais e as metodologias alternativas, a aplicação que materializa a viabilidade e pertinência do material sequenciado disponibilizado aos aprendizes e a avaliação que por sua vez permite a (re)elaborações necessárias a partir da análise e discussão dos dados.

O uso do termo "sequência didática", de acordo com Araújo (2013), foi feito anteriormente no contexto da aprendizagem de língua escrita com os trabalhos desenvolvidos por Dolz et al (2004) cujas investigações tinham como foco a relação entre linguagem, interação e sociedade. Atualmente, as Sequências Didáticas continuam vinculadas ao estudo do gênero textual, porém, mais recentemente tem sido utilizada em diversos contextos de aprendizagem e, portanto, ligada a diferentes objetos do conhecimento.

Para Kobashigawa et al (2008), o procedimento didático elaborado na concepção da SD não se trata de um plano de aula uma vez que admite várias estratégias de ensino e aprendizagem e por ser uma sequência que também pode ser destinada a vários dias. Para esses autores as SD podem ser concebidas como um conjunto de atividades – intervenções – planejadas etapa por etapa com a finalidade de que os aprendizes compreendam os conteúdos objetos de conhecimento.

Afinal,

> Esse conjunto de intervenções "passo a passo" dirigido pelo professor com a finalidade de atingir objetivos de aprendizagem sugere a ideia dos elos conectados de uma corrente. Cada elo posterior está devidamente articulado aos elos anteriores e permite outras articulações com elos subsequentes. Uma forma de rede que se estrutura a partir dessas articulações conceituais (Cabral, 2017, p. 33).

A SD constitui-se num método para o desenvolvimento de atividades de ensino e, dependendo da forma como é organizada, pode contribuir, assim, para a aprendizagem, seja no Ensino Fundamental ou em qualquer nível. Segundo Zabala (1998), a forma como se configuram as sequências de atividades é o que vai determinar as "características diferenciais" da prática do professor.

Pode-se considerar as SDs também como

> instrumentos desencadeadores das ações e operações da prática docente em sala de aula. Em consequência, a estrutura e a dinâmica da SD são determinantes do planejamento das atividades por meio dos quais os alunos vão interagir entre si e com os elementos da cultura. Na elaboração ou no planejamento de uma SD, várias ações mediadas são estruturadas, cada qual por meio de ferramentas culturais específicas (Spinardi, 2017, p. 59).

Cada uma destas ferramentas deve ter uma função nítida na proposta de ensino e necessitam estar articuladas segundo um propósito de ação (Guimarães; Giordan, 1998). Nesta perspectiva, o foco de atenção do professor ao elaborar uma SD precisa estar no processo e não no produto da aprendizagem. As Sequências Didáticas representam uma

unidade constitutiva do processo educativo. Ou seja, um conjunto de atividades articuladas e organizadas de forma sistemática, em torno de uma problematização central.

A disciplina de ciências pode proporcionar ao estudante uma interação e compreensão da realidade, da natureza, do espaço e do mundo físico com experiências através de suas próprias vivências, de sua relação com o ambiente e contexto social no qual está inserido, dependendo da abordagem que for impressa no processo de ensino-aprendizagem. Para produzir sentido e estabelecer vínculos entre os contextos ampliados e os específicos das ciências, tomamos a problematização e suas diversas formas de estabelecer a mediação como elemento estruturante da SD, conforme também orientam os Três Momentos Pedagógicos dos quais falaremos a seguir.

2.5 Os Três Momentos Pedagógicos

A metodologia utilizada para o desenvolvimento das aulas, conforme exigem os critérios de elaboração das SD, foi baseada nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), que são: 1º Momento - Problematização inicial (PI); 2º Momento - Organização do Conhecimento (OC); e 3° Momento - Aplicação do Conhecimento (AC). Mais detalhadamente temos que:

i. **Problematização inicial (PI):** É o momento em que o professor apresenta o tema que irá ser trabalhado em aula de forma problematizada. É importante lembrar, no entanto, que a problematização não se resume apenas a uma pergunta qualquer, é necessário que a problematização, de fato, represente certa resistência a ser respondida, além de um desafio para os alunos. Esta também deve ser contextualizada e pautada na realidade do mundo e como este interage com os conhecimentos da sala de aula (Delizoicov, Angotti; Pernambuco, 2002).
ii. **Organização do conhecimento (OC):** Nesta etapa o professor fornece aos alunos o ferramental epistemológico do qual deverão se utilizar para resolver o problema inicial. É encorajada a utilização dos mais diversos materiais didáticos nesta etapa, assim como ferramentais tecnológicos que facilitem a compreensão (Delizoicov, Angotti; Pernambuco, 2002).
iii. **Aplicação do conhecimento (AC):** O último momento é onde os alunos deverão ser capazes de encontrar situações similares ao seu problema inicial no mundo em que vivem e que possam ser solucionadas com o ferramental que, a partir da organização do

conhecimento, têm agora em mãos (Delizoicov, Angotti; Pernambuco, 2002). A finalidade deste momento

> é levar o estudante a transpor o conhecimento para situações ou contextos diferentes, sendo capaz de dar novas representações ao conhecimento. Formar sujeitos críticos é também ampliar-lhes a visão de mundo, propiciando diversas perspectivas do problema, diferentes formas de ação e apreensão de novas situações de forma autônoma (Braga; José, 2021, p. 90).

Optamos pelos Três Momentos Pedagógicos como metodologia, pois estes

> [...] constituem-se em uma dinâmica didático-pedagógica dialógico-problematizadora, porquanto busca transpor a concepção educacional freireana para o ambiente da educação formal, evidenciando o diálogo e a problematização de situações relevantes para o educando (Braga; José, 2021, p. 90).

Além do mais, Delizoicov (2002) enfatiza que os 3MP não devem ser utilizados apenas como recurso didático que organiza aulas, de modo que o primeiro momento seja apenas um pretexto para introduzir conhecimentos científicos e que o terceiro momento destine-se apenas à resolução de exercícios.

3 METODOLOGIA

3.1 Delineamento metodológico da pesquisa

A presente pesquisa se insere no campo das investigações qualitativas, com caráter descritivo e exploratório, aplicada em um estudo de caso com delineamento pré-experimental. A abordagem qualitativa foi escolhida por possibilitar a análise dos significados construídos em contextos específicos e naturais, centrando-se nas experiências dos participantes e nos processos sociais de construção do conhecimento. Segundo Flick (2004, p. 28): "A pesquisa qualitativa é orientada para análise de casos concretos em sua particularidade temporal e local, partindo das expressões e atividades das pessoas em seus contextos locais". Além disso,

> [...] a pesquisa qualitativa usa o texto como material empírico (em vez de números), parte da noção da construção social das realidades em estudo, está interessada nas perspectivas dos participantes, em suas práticas do dia a dia e em seu conhecimento cotidiano relativo à questão em estudo (Flick, 2009, p. 16).

Nesse escopo, a investigação assume um caráter exploratório, na medida em que visa compreender um fenômeno ainda pouco estudado no contexto educacional brasileiro: a inserção da astrobiologia como eixo articulador de saberes em uma sequência didática interdisciplinar. Tal caráter exploratório é justificado pela intenção de levantar hipóteses, identificar potencialidades e levantar indícios de aprendizagem conceitual e reformulação de concepções alternativas por parte dos estudantes. Simultaneamente, o estudo também apresenta uma dimensão descritiva, ao buscar caracterizar com riqueza de detalhes as respostas dos estudantes, seus desenhos, interpretações e deslocamentos conceituais ao longo da intervenção. O objetivo é tornar visível o processo de aprendizagem em suas nuances, sem necessariamente estabelecer relações causais generalizáveis.

Com base nessas escolhas, optou-se por conduzir um estudo de caso, centrado em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública estadual. O estudo de caso permite uma análise aprofundada e situada de um fenômeno educacional contemporâneo, inserido em seu contexto real e com fronteiras indefinidas entre o fenômeno e o ambiente em que ocorre. De acordo com Yin (2015), o estudo de caso é especialmente adequado quando se deseja investigar fenômenos complexos em situações reais, como ocorre no presente trabalho.

Quanto ao delineamento metodológico, a pesquisa se estrutura como um pré-experimento com um único grupo, conforme a classificação proposta por Campbell e Stanley (1963), e posteriormente sistematizada por Sampieri, Collado e Lucio (2013). Foi realizada uma intervenção pedagógica estruturada em uma sequência didática com oito aulas,

aplicada sem grupo controle, com aplicação de instrumentos diagnósticos (pré-teste e pós-teste) antes e depois das intervenções. Tal delineamento possibilita a observação de possíveis mudanças conceituais a partir da comparação entre os dois momentos. Embora não permita afirmar relações de causa e efeito com rigor estatístico, esse tipo de delineamento se mostra apropriado à realidade de contextos educacionais públicos e ao propósito inicial de explorar tendências e levantar indícios de eficácia pedagógica.

3.2 Contexto, participantes e Ética

A pesquisa foi realizada em uma escola pública estadual do município de Uruguaiana, interior do Rio Grande do Sul. A instituição atende aos níveis de Ensino Fundamental (I e II) e Médio e está situada em zona urbana no centro da cidade, recebendo estudantes de diversos bairros. O projeto foi inicialmente apresentado à direção e à coordenação pedagógica, que autorizaram sua aplicação nas turmas 91 e 92 do 9º ano, ambas do turno da manhã (faixa etária de, em média, entre 13 e 15 anos).

Apesar de já lecionar na escola onde a pesquisa foi aplicada, até então minha atuação se restringia ao Ensino Médio. Esta foi a primeira vez que tive contato direto com turmas do Ensino Fundamental. As turmas foram escolhidas por conveniência, considerando a disponibilidade institucional e o interesse da equipe pedagógica em participar da proposta. Na ocasião, essas turmas estavam sem professor regente de Ciências, e eu fui designada temporariamente para assumir as aulas, suprindo a ausência até que o Estado encaminhasse um novo docente para a função, o que me possibilitou assumir momentaneamente a docência dessas turmas e aplicar diretamente a SD, o que garantiu um acompanhamento contínuo do processo. O novo professor regente foi designado oficialmente nas etapas finais da sequência, tendo sido informado sobre os objetivos e resultados parciais do projeto e passou a acompanhar as aulas presencialmente e também prestando auxílio após consentir com a finalização da pesquisa.

As aulas ocorreram entre os meses de março e maio de 2025, durante os períodos regulares de Ciências nas quartas-feiras pela manhã, com duração de dois tempos consecutivos de 40 minutos por encontro. Embora cada turma contasse com aproximadamente 30 alunos matriculados, a amostra efetivamente considerada para análise foi composta apenas pelos estudantes que atenderam simultaneamente aos seguintes critérios: (1) estarem regularmente matriculados desde o início da aplicação da sequência didática; (2) terem comparecido a, no mínimo, 75% das aulas; e (3) terem participado especificamente de todas

as aulas em que foram aplicados os instrumentos de coleta de dados (aulas 1, 2, 4, 6 e 8), garantindo assim a presença nos momentos de pré e pós-teste. Esses critérios foram definidos com o objetivo de manter a coerência metodológica e a validade interna da análise, reduzindo interferências relacionadas à ausência pontual ou à participação parcial. Com base nesses critérios de inclusão, a amostra final foi composta por 21 estudantes.

Embora o projeto não tenha sido submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) devido a limitações de prazo, foram respeitados os princípios éticos fundamentais que regem pesquisas com seres humanos. Logo no início do ano, a proposta foi apresentada aos pais e responsáveis durante reunião escolar, onde os objetivos e procedimentos foram esclarecidos. Nenhuma objeção foi registrada. Além disso, os nomes e rostos dos estudantes foram mantidos em sigilo, e todas as produções utilizadas na análise foram tratadas de forma anônima, sem qualquer forma de exposição individual. Na primeira aula, os alunos também foram convidados a participar da pesquisa, e tudo foi esclarecido. Também não houve objeção por parte dos estudantes.

3.3 Organização da sequência didática

A intervenção foi realizada por meio de uma sequência didática (SD) com oito aulas, realizadas entre março e maio de 2025. O planejamento da intervenção partiu da adaptação de um trabalho anterior de minha autoria (Mignone, 2022), elaborado originalmente como conclusão de curso de licenciatura, mas que não pôde ser implementado na época devido à pandemia de COVID-19. A nova versão da sequência foi reformulada com base nos objetivos desta pesquisa e articulada aos componentes curriculares da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o 9º ano do Ensino Fundamental.

O tema central foi a astrobiologia, organizada a partir da problematização: “Como os cientistas buscam por vida fora da Terra?”. Essa questão norteadora orientou a construção de três módulos integrados, articulando saberes de Biologia, Química e Astronomia. Tal problematização tem o objetivo de estimular os alunos a formular hipóteses e construir conhecimentos para abordar essa questão de uma perspectiva científica, visando compreender sua complexidade e os conhecimentos fundamentais relacionados. É importante destacar que o propósito não é encontrar uma resposta definitiva, mas explorar a complexidade da questão sob a perspectiva das ciências e do conhecimento acumulado, estimulando assim a construção dos conhecimentos por parte dos estudantes.

A organização temática da SD seguiu três módulos centrais, além da aula de introdução e da aula de síntese. Os módulos exploraram, respectivamente, os critérios para definição da vida e suas necessidades, os possíveis ambientes propícios à sua existência e as tecnologias utilizadas na busca por vida fora da Terra. Além disso, os módulos foram estruturados através de perguntas específicas no começo de cada módulo, assim incentivando os alunos a desenvolver uma proposta especulativa sobre formas de vida extraterrestre com embasamento científico, criando uma oportunidade para compartilhar suas ideias com o restante da turma, além de desenvolver os temas propostos pelas perguntas geradoras utilizando para isso recursos como materiais audiovisuais, pesquisas e discussões coletivas das informações abordadas. Cada aula foi estruturada em três momentos: (1) problematização inicial (PI), (2) organização do conhecimento (OC) e (3) aplicação do conhecimento (AC), seguindo a metodologia da "Teia do Conhecimento" (Jadejiskil; Bicalho, 2020), na qual os pontos de aprofundamentos e as problemáticas emergentes são distribuídos, de forma didática, entre as diferentes áreas do conhecimento, tomando como ponto de partida a realidade dos alunos, preparando-os assim para lidarem com problemáticas sociais a partir do conhecimento construído (PINHEIRO; SILVA, 2021).

A Aula 1 teve caráter introdutório e diagnóstico. Os alunos responderam a um pré-teste composto por 3 questões abertas, além da solicitação de um desenho representando como imaginavam uma forma de vida extraterrestre. Essa atividade inicial permitiu mapear concepções espontâneas e identificar traços de antropomorfismo nas representações, além de levantar conhecimentos prévios sobre condições necessárias à existência da vida. Essa aula levanta o questionamento sobre a existência de vida fora da Terra, explorando a equação de Drake, além de introduzir superficialmente a astrobiologia como ciência.

Entre as Aulas 2 e 7, cada encontro abordou um conteúdo específico por meio de atividades teórico-práticas e instrumentos de avaliação aplicados antes e depois da aula. A estrutura padrão de cada encontro incluía: (1) um breve pré-teste temático, com perguntas relacionadas ao conteúdo do dia; (2) uma exposição dialogada com apoio de recursos visuais, vídeos e experimentações simples; (3) atividades em grupo ou individuais com foco na resolução de problemas ou construção de modelos; e (4) um pós-teste com questões semelhantes às do início da aula, visando aferir alterações conceituais imediatas. As respostas eram predominantemente escritas, com inclusão de desenhos ou esquemas quando pertinentes.

O módulo I, abrangendo as aulas 2, 3 e 4, busca responder à pergunta "O que procurar quando buscamos por vida extraterrestre?", define os limites da vida, sua composição e

características comuns na Terra, explorando a vida baseada em carbono e a importância da água como solvente para a existência de vida. O módulo II se concentra na pergunta "Onde começar a procurar por vida extraterrestre?", explorando o espaço dentro do sistema solar e sistemas extrassolares (exoplanetas) nas aulas 5 e 6. O módulo III aborda a questão "Como procurar por vida extraterrestre?", explorando as ferramentas disponíveis para analisar planetas e satélites em busca de ambientes propícios para a vida através da espectroscopia na aula 7.

A Aula 8 funcionou como pós-teste de síntese da sequência. Nela, os alunos foram desafiados a criar uma forma de vida fictícia adaptada a um ambiente específico (planeta, lua ou outro corpo celeste), escolhendo um local estudado durante as aulas. Deveriam representar graficamente o organismo e incluir tópicos de explicação, com base em critérios científicos, como aquele ser vivo sobreviveria no ambiente escolhido: qual sua fonte de energia, quais elementos químicos utilizaria, se dependeria de água, entre outros fatores. Essa atividade visou integrar os conhecimentos adquiridos ao longo da SD, incentivando a criatividade fundamentada cientificamente. O objetivo desta abordagem é desafiar cognitivamente os alunos, incentivando-os a aplicar os conhecimentos adquiridos de maneira criativa, além de servir como comparativo ao teste da aula 1, ajudando a identificar se houve evolução na representação da forma de vida. O Quadro 2 demonstra a relação entre os objetos do conhecimento tratados nas atividades e suas respectivas unidades.

Quadro 2 – Síntese das aulas da Sequência Didática.

Mód	Aula	Objetos do Conhecimento	Objetivos	Síntese da metodologia
Módulo 0 – Introdução	**1 Aula de Introdução: Existe vida fora da Terra?**	– Astrobiologia como ciência e a procura por vida extraterrestre; – A Equação de Drake.	● Conhecer a dinâmica das próximas aulas; ● Elaborar hipóteses sobre à existência de vida fora da Terra; ● Conhecer a Equação de Drake.	**PI:** Equação de Drake e introdução da pergunta “Existe vida fora da Terra?”. Pré-teste com desenho. **OC:** Astrobiologia como ciência e explicação de como serão as próximas aulas. **AC:** Discussão coletiva e argumentação individual a respeito das opiniões sobre vida fora da Terra.
	2 Definindo vida: O que é Vida?	– Definição biológica da vida; – Características de seres vivos e não vivos.	● Construir, em conjunto, uma definição de vida que se assemelhe as definições científicas; ● Examinar as definições de vida aceitas pela comunidade científica;	**PI:** Mapa mental coletivo. Classificação de seres vivos no pré-teste. Elaboração coletiva de uma predefinição de vida. **OC:** Explorar os conceitos listados na definição elaborada no momento anterior e nas definições mais aceitas cientificamente e seus contrapontos.

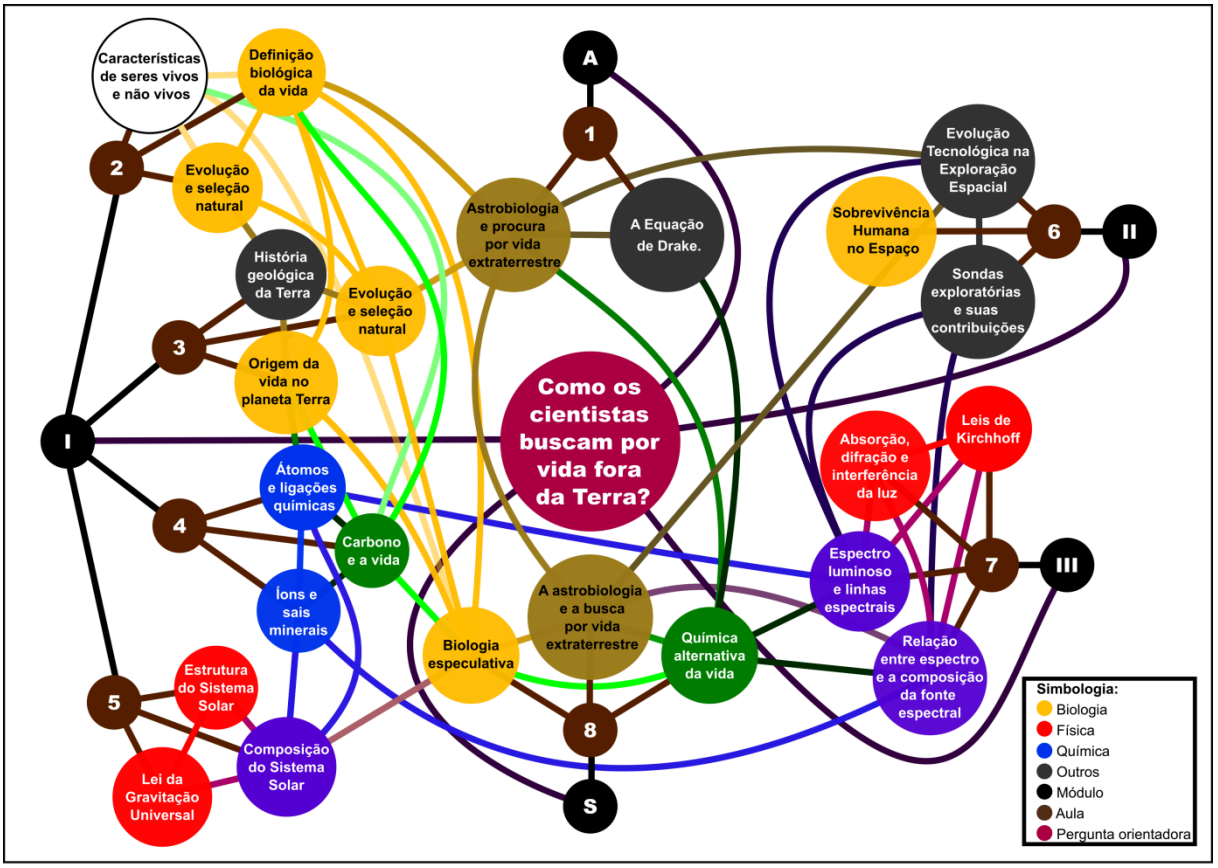
Módulo I			● Analisar as características que separam um ser vivo de um não vivo.	**AC:** Análise e discussão de uma notícia sobre vírus. Pós-teste classificando entidades como vivas ou não..
	3 **Vida na Terra: origem, formas e evolução**	− História geológica da Terra; − Evolução e seleção natural.	● Construir um relógio geológico de 12 horas para visualizar em escala a história geológica da terra; ● Analisar a diversidade das espécies e os processos evolutivos, destacando a seleção natural através da história geológica da Terra.	**PI:** Vídeo trecho da série Cosmos por Neil deGrasse Tyson. **OC:** Construção de um relógio geológico da Terra em conjunto com a turma. **AC:** Discussão coletiva e explicação sobre a importância do tema na compreensão da busca por vida extraterrestre, diversidade da vida e na sobrevivência humana.
	4 **O Contexto Químico da Vida**	− Átomos e Ligações químicas; − Carbono e a vida; − Água e a vida	● Enumerar os elementos químicos e substâncias essenciais para a existência da vida como a conhecemos (CHONPS e água); ● Entender o que o número de prótons é o que diferencia um elemento químico dos demais.	**PI:** Análise histórica da importância da química para a biologia. Pré-teste sobre a química da vida. **OC:** Leitura coletiva de um texto científico. Explicação sobre os elementos da vida (CHONPS) e biomoléculas. **AC:** Classificação de elementos com base na importância para a vida (pós-teste).
	5 **Sistema Solar: Origem e estrutura atual**	− Composição do Sistema Solar; − Estrutura do Sistema Solar;	● Entender a composição e a estrutura do Sistema Solar; ● Conhecer as características do Sol e dos planetas; ● Diferenciar planetas de estrelas e outros corpos celestes.	**PI:** Exploração de um mapa do universo observável e apresentação de um vídeo sobre água líquida em Marte. **OC:** Exploração do Sistema Solar 3D através do software NASA's Eyes ou através de uma apresentação de slides. **AC:** Elaboração de um anúncio de viagem com destino a um dos planetas/corpos estudados em aula.
Módulo II	**6** **A conquista do espaço**	− Evolução Tecnológica na Exploração Espacial; − Sobrevivência Humana no Espaço; − Sondas exploratórias e suas contribuições.	● Analisar as principais conquistas e avanços tecnológicos nas missões espaciais e sondas exploratórias; ● Visualizar a escala das distâncias planetárias em relação ao Sol; ● Investigar os desafios e as soluções tecnológicas relacionadas à possibilidade de viver no espaço.	**PI:** Análise de manchetes sobre rovers e missões espaciais. Discussão sobre o filme "Perdido em Marte". Pré-teste sobre exploração espacial. **OC:** Slides sobre missões espaciais e exoplanetas. Dinâmica do Sistema Solar em escala. **AC:** Pós-teste pensando nas dificuldades das missões espaciais.
Módulo III	**7** **Espectroscopia**	− Absorção, difração e interferência da luz; − Espectro luminoso e	● Identificar como os cientistas são capazes de determinar a composição química de outros corpos através da luz que emitem; ● Entender que cada elemento químico possui	**PI:** Leitura coletiva de uma matéria sobre um planeta irmão da Terra e sua composição. Questionamento: como os cientistas sabem a composição de corpos estelares sendo que nunca estiveram nesses lugares nem puderam coletar amostras para a análise?

		linhas espectrais; − Relação entre espectro e a composição da fonte espectral;	um padrão único de linhas de emissão e absorção; ● Construir um espectroscópio para a visualização de espectros.	**OC:** Explicação sobre a espectroscopia e os espectros atômicos. **AC:** Construção de um espectroscópio com papelão e análise de fontes luminosas na sala de aula e em casa.
Módulo Síntese	**8** **Síntese**	− A astrobiologia e a busca por vida extraterrestre; − Biologia especulativa.	● Elaborar uma forma de vida imaginária com tudo que foi aprendido nas aulas anteriores; ● Aplicar os conteúdos já estudados em outras aulas nesta atividade.	**PI:** Vídeo trecho da série Cosmos por Carl Sagan. **OC:** Vídeo sobre como seria a vida alienígena e leitura coletiva de um texto científico sobre química alternativa da vida, explicação do preenchimento do quadro sinóptico da vida. **AC:** Proposta e elaboração do desenho e dos tópicos para a forma de vida inventada (pós-teste final).

Fonte: Autoria própria.
Legenda: PI=problematização inicial; OC=organização do conhecimento; AC=aplicação do conhecimento.

É importante salientar que os assuntos tratados nessa SD são totalmente interligados e interdisciplinares, como pode ser visto na Figura 2, onde optou-se por desenvolver uma teia curricular para que melhor se pudesse visualizar a interligação dos distintos Objetos do Conhecimento, bem como mostra que tais objetos formam uma rede circular tendo ao centro o tema geral, expresso pela problematização central; a figura tem como simbologia as cores básicas para as disciplinas de química, física e biologia, cinza escuro para “outras ciências” (geologia, matemática, etc.) e carmim para a pergunta geradora, com as cores se misturando conforme a teoria das cores desenvolvida por Newton em seus estudos de ótica com prismas (PEDROSA, 2022, p. 22-27), com o cinza escurecendo as outras cores, as cores primárias formando as cores secundárias e a união das três cores primárias formando o branco, simbolizando assim os objetos e intersecções (representadas pelos ‘caminhos’ entre um tema e outro) que são estudados por uma ciência em específico (cores primárias e cinza), ou objetos e caminhos que fazem conexões entre duas ou mais ciências, o que é retratado pela mistura dessas cores.

Figura 1 - Teia curricular com os objetivos de conhecimento propostos.



Fonte: Autoria própria.

Observando-se a teia, fica fácil perceber o quanto a proposta é interdisciplinar e o quanto os objetos propostos são interligados, a ponto que de qualquer lugar que se opte por iniciar um ‘passeio’ da teia pode-se chegar a qualquer outro ponto desejado, bastando para isso passear pelos caminhos interdisciplinares, fortalecendo assim a relação da atividade com o que é proposto pela LDB (BRASIL, 1996), pelos PCNs (BRASIL, 1997; 1998; 2000) e pela BNCC (BRASIL, 2018).

3.4 Procedimentos e instrumentos de coleta de dados

A coleta de dados utilizou quatro instrumentos principais: 1) Formulários diagnósticos: estruturados em dois níveis. O nível 1 (aulas 1 e 8) avaliava concepções iniciais e finais sobre vida extraterrestre e incluía desenhos. O nível 2 (aulas 2, 4 e 6) captava compreensão conceitual imediata. 2) Produções gráficas: principalmente os desenhos criados nas atividades diagnósticas e finais, interpretados como expressões dos modelos mentais dos alunos. 3) Diário de campo: registros sistemáticos de observações durante as aulas, expressões dos estudantes, dificuldades e evidências de aprendizagem. 4) Registros fotográficos: imagens

documentais dos momentos da aula, das produções dos alunos e da dinâmica de sala, sempre mantendo o anonimato.

Os formulários de avaliação foram estruturados em dois níveis: (1) o pré-teste diagnóstico da Aula 1 e o pós-teste integrador da Aula 8; e (2) os mini pré e pós-testes aplicados nas Aulas 2, 4 e 6. O primeiro nível teve como objetivo levantar concepções iniciais e finais dos alunos sobre vida extraterrestre e critérios científicos relacionados à sua definição, por meio de perguntas abertas e de solicitações de desenho. O pré-teste buscava mapear concepções prévias sobre vida extraterrestre, com foco em crenças, critérios espontaneamente mencionados e imagens mentais. Já o pós-teste solicitava que os alunos criassem uma forma de vida imaginária adaptada a um planeta ou lua do sistema solar, justificando cientificamente suas escolhas. O segundo nível, aplicado em cada módulo, avaliava a compreensão imediata dos conteúdos trabalhados, permitindo identificar avanços conceituais pontuais. Todos os formulários estão incluídos em apêndices juntamente com suas respectivas aulas ao final deste trabalho.

Os testes das aulas 2, 4 e 6 foram estrategicamente selecionados para compor um recorte representativo de três eixos centrais do conhecimento científico abordado na sequência: biologia (aula 2), química (aula 4) e astronomia/física aplicada (aula 6). Essa escolha permitiu avaliar a compreensão conceitual em diferentes campos disciplinares, de forma alinhada à proposta interdisciplinar da sequência didática. Além disso, os testes da aula 6 foram diretamente vinculados à habilidade EF09CI16 da BNCC, que propõe que os estudantes “selecionem 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”. Assim, a coleta pontual nessas três aulas possibilitou identificar progressos conceituais dentro de cada eixo sem comprometer a continuidade didática ou sobrecarregar os estudantes.

Além dos formulários, mantive ao longo de toda a sequência um diário de campo físico e digital, no qual registrei observações sobre o andamento das aulas, interações entre os alunos, dúvidas recorrentes, expressões espontâneas e sinais de engajamento ou resistência conceitual.

3.5 Tratamento e análise dos dados

A análise dos dados seguiu as etapas clássicas da Análise de Conteúdo: 1) Pré-análise: leitura flutuante e organização do corpus. 2) Exploração do material: identificação de

unidades de registro (textuais e visuais) e agrupamento em categorias temáticas. 3) Tratamento e interpretação: análise dos significados atribuídos pelos estudantes, triangulação com observações e registros visuais.

A análise categorial foi conduzida pela própria pesquisadora, com base nos critérios estabelecidos no quadro de categorias elaborado na etapa de pré-análise. Durante o processo, foram realizadas leituras sucessivas dos dados e retorno constante às respostas brutas, buscando garantir coerência na aplicação das categorias. Além disso, a categorização foi discutida com o orientador, visando aprimorar a clareza conceitual das categorias e reduzir vieses interpretativos. Embora não tenha sido formalizado um cálculo estatístico de concordância interavaliadores, esse procedimento de validação conjunta contribuiu para assegurar a fidedignidade do processo de análise.

Além disso, embora a intervenção tenha sido aplicada em duas turmas distintas (91 e 92), optou-se por analisar os dados de ambas em conjunto, compondo um único corpus de análise. Essa decisão baseou-se no fato de que as duas turmas pertencem ao mesmo ano escolar, possuem carga horária idêntica e seguiram a mesma sequência didática em tempos equivalentes, sob a mediação da mesma professora. Além disso, a análise preliminar dos dados não indicou diferenças significativas nos padrões de resposta entre as turmas que justificassem uma abordagem segregada. Considerando o delineamento qualitativo e exploratório da pesquisa, a unificação dos dados foi entendida como um procedimento metodológico adequado para identificar tendências gerais e recorrências nas concepções dos estudantes sobre o fenômeno da vida.

As unidades de análise incluíram trechos escritos, desenhos e trechos do diário de campo. As categorias a priori foram: 1) Antropomorfismo/Antropocentrismo: presença de elementos humanos ou humanóides nos desenhos e descrições, bem como justificativas centradas na experiência humana (ex.: “porque não tem emoções”, “porque tem olhos como os nossos”). 2) Critérios científicos explícitos: menções a metabolismo, composição química (especialmente elementos CHONPS), necessidade de água, temperatura, atmosfera, radiação ou outros fatores físicos e químicos essenciais à vida. 3) Evolução do vocabulário: uso progressivo de termos técnicos ao longo da sequência, indicando apropriação de conceitos científicos (ex.: “organismo extremófilo”, “moléculas orgânicas”).

Essas categorias foram refinadas conforme padrões emergentes, contribuindo para identificar processos de resistência ou incorporação conceitual ao longo da sequência didática. A análise foi conduzida considerando o conjunto das produções como um corpus único, e não segmentado por indivíduo. Isso significa que a unidade de análise privilegiada foi o enunciado

coletivo, com foco em padrões de ocorrência global e recorrências temáticas nas respostas dos estudantes como grupo. Essa escolha se justifica tanto pelo caráter qualitativo e exploratório da pesquisa quanto pela natureza aberta e contextual das perguntas aplicadas. Assim, a Análise de Conteúdo foi conduzida segundo uma abordagem temática e categorial, priorizando a identificação de núcleos de sentido compartilhados, silêncios conceituais e deslocamentos no uso de termos ao longo da sequência didática.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos dados foi conduzida com base na técnica de Análise de Conteúdo, conforme descrito na seção 3. Os resultados foram organizados por aula, a fim de respeitar a lógica progressiva da sequência didática e permitir uma leitura contextualizada da evolução conceitual dos estudantes ao longo da intervenção, exceto pelas aulas complementares 1 e 8, que são analisadas de forma conjunta após as demais aulas. Para cada aula selecionada para análise (aulas 2, 4, 6 e 1–8), foram considerados separadamente os dados obtidos nos momentos de pré e pós-teste, com o objetivo de identificar indícios de aprendizagem, apropriação de vocabulário técnico e reformulação de concepções alternativas. Assim como também foram considerados os dados obtidos através do diário de campo.

As análises foram desenvolvidas a partir de categorias emergentes, criadas a partir das respostas dos estudantes e organizadas em quadros interpretativos. Essas categorias foram então relacionadas, por aproximação analítica, com as categorias teóricas a priori definidas na metodologia: (1) Antropomorfismo/Antropocentrismo, (2) Critérios científicos explícitos, e (3) Evolução do vocabulário. Por exemplo, a categoria empírica “critérios biológicos corretos” foi utilizada para identificar o uso adequado de conceitos científicos nas respostas, sendo associada à categoria teórica de critérios científicos explícitos. Da mesma forma, a presença de justificativas centradas exclusivamente na experiência humana foi classificada como “antropocentrismo”, em diálogo direto com a categoria Antropomorfismo/Antropocentrismo.

A análise não buscou quantificar a ocorrência das categorias por indivíduo, mas sim observar padrões coletivos de ocorrência, ausência ou transformação de determinadas concepções. O corpus foi tratado como um conjunto textual integrado, permitindo identificar tendências compartilhadas pelos estudantes, ainda que expressas de forma diversa. As produções foram analisadas a partir de quadro-resumos com as perguntas, categorias atribuídas, descrições interpretativas, exemplos representativos e número de ocorrências, de modo a facilitar a localização, interpretação e sumarização das informações.

Ao longo das próxiamas seções, as evidências são discutidas à luz das contribuições da astrobiologia para a promoção da alfabetização científica e da reflexão crítica sobre o conceito de vida.

4.1 Análise da Aula 2 — Definindo a vida

A Aula 2, intitulada “O que é vida?”, teve como objetivo introduzir e problematizar o conceito de vida, estimulando os alunos a refletirem sobre os critérios que distinguem seres vivos de entidades não vivas. A aula foi organizada em três momentos pedagógicos interdependentes. No primeiro momento, os estudantes foram convidados a expressar coletivamente as associações que faziam com a palavra “vida”. As palavras e expressões mencionadas foram registradas no quadro como um mapa mental, permitindo acessar as concepções iniciais do grupo e estabelecer um ponto de partida para a discussão posterior dos critérios científicos.

Esse exercício inicial serviu como estratégia para explorar os conhecimentos prévios dos alunos e identificar representações espontâneas associadas ao tema pelas turmas como um todo. O mapa elaborado pela Turma 91 (Figura 2) evidenciou uma forte associação entre a vida e o funcionamento do corpo humano, com termos como “ossos”, “sangue”, “sistema imune” e “respira”, além de menções a aspectos subjetivos, como “pensamentos”, “consciência” e “sentimentos”. A presença recorrente dessas expressões sugere uma concepção predominantemente fisiológica e antropocêntrica de vida — uma leitura centrada na experiência humana e em atributos mentais que não se aplicam de forma universal aos seres vivos.

Figura 2 - Mapa Mental Coletivo sobre o Conceito de Vida (Turma 91).

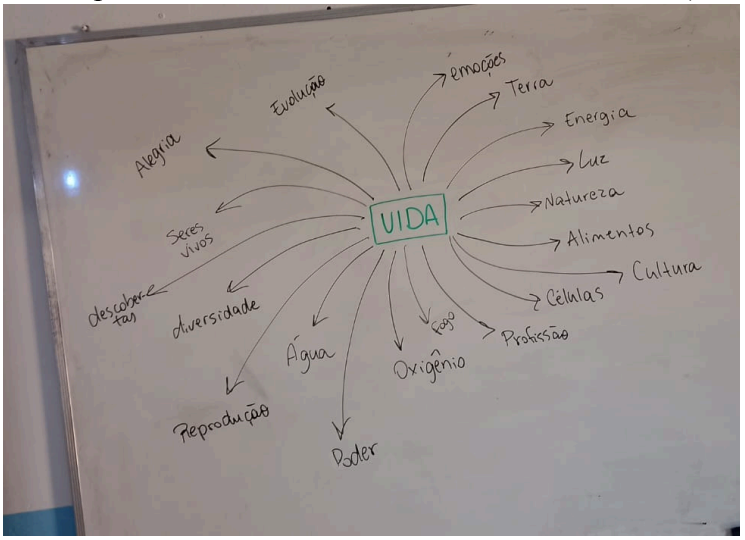


Fonte: Acervo da autora.

Já o mapa mental da Turma 92 (Figura 3) apresentou uma diversidade mais ampla de associações. Além de termos biológicos, como “evolução”, “células” e “oxigênio”, surgiram também referências de cunho simbólico, social e afetivo, como “profissão”, “alegria”, “cultura” e “natureza”. Essa ampliação do repertório revela uma concepção mais difusa e multifacetada de vida, que abarca tanto fenômenos naturais quanto dimensões sociais e

emocionais. Embora coerente com o nível de abstração típico da etapa escolar, essa abordagem reforça a importância de explicitar, em sala de aula, os critérios científicos utilizados para definir a vida no campo das Ciências Biológicas.

Figura 3 - Mapa Mental Coletivo sobre o Conceito de Vida (Turma 92).



Fonte: Acervo da autora.

Ao final dessa etapa inicial, foi aplicado o pré-teste, intitulado “Lista de Verificação da Vida", composto por duas partes complementares. Na primeira, os alunos deveriam julgar se quatro entidades — vírus, bactéria, fogo e robô com inteligência artificial — poderiam ser classificadas como vivas, justificando suas respostas. Na segunda parte, foram convidados a selecionar, a partir de uma lista de opções, os critérios que julgavam essenciais para caracterizar um ser vivo, com espaço para justificar suas escolhas.

As respostas coletadas nesse pré-teste auxiliaram na organização da etapa seguinte da aula. No segundo momento pedagógico, conduziu-se uma exposição dialogada com o uso de slides, abordando os principais critérios científicos utilizados para definir a vida: presença de metabolismo, células, informação genética, reprodução, homeostase, crescimento, desenvolvimento e resposta a estímulos. Também foram discutidos casos-limite para cada critério apresentado— como os vírus, príons e o próprio conceito de vírus de computador — para instigar o pensamento crítico e evidenciar que a definição de vida é uma construção conceitual em constante debate científico.

Por fim, no terceiro momento, os alunos realizaram o pós-teste, com estrutura semelhante ao pré-teste, mas com a adição de duas novas entidades: o embrião e a célula vegetal. A inclusão desses casos teve como propósito ampliar o desafio cognitivo, explorando exemplos biologicamente vivos, mas que poderiam causar dúvidas por não apresentarem características perceptíveis como movimento ou autonomia. O objetivo foi avaliar se os

estudantes seriam capazes de mobilizar, de forma mais consistente, os critérios discutidos anteriormente.

A seguir, são apresentados os resultados dessas duas atividades (pré e pós-teste). A análise permitiu identificar os padrões de raciocínio, os critérios mobilizados e as concepções predominantes entre os estudantes neste primeiro módulo da sequência didática.

4.1.1 Pré-teste aula 2

Após a etapa de sensibilização e construção conjunta do mapa mental foi aplicado o pré-teste da Aula 2, por meio da atividade denominada “Lista de Verificação da Vida”. A atividade era composta por duas partes principais: primeiro, os alunos deveriam analisar quatro entidades — vírus, bactéria, fogo e robô com inteligência artificial — e, para cada uma delas, marcar se consideravam um ser vivo ou não, justificando sua escolha. Na segunda parte, os estudantes escolheram, a partir de uma lista de critérios, aqueles que consideravam essenciais para definir um ser vivo, explicando também os motivos dessas escolhas.

O Quadro 3 apresenta as categorias temáticas construídas a partir das justificativas fornecidas pelos alunos na primeira etapa dessa atividade, revelando os critérios mobilizados para classificar as entidades como vivas ou não vivas, permitindo identificar tanto aproximações ao referencial científico quanto concepções alternativas, generalizações, raciocínios antropocêntricos ou respostas vagas e desconectadas.

De modo geral, os dados do pré-teste revelam a predominância de raciocínios antropocêntricos, explicações vagas ou desconectadas de fundamentos científicos, e apenas pontualmente, o uso de critérios biológicos corretos.

Quadro 3 – Categorização das concepções dos alunos sobre o que caracteriza um ser vivo (Pré-teste – Aula 2)

Entidade	Categoria consolidada	Subcategoria/ Descrição	Ocorrências	Exemplos de respostas
Vírus	Critérios biológicos corretos	Reprodução, célula, estímulo	6	“Porque podem se reproduzir e até morrerem” (A5) “porque eles podem se reproduzir” (E15)
	Relação com o ser humano	Infecta, vive no corpo	7	“Ele é um ser vivo pois habita no corpo do ser humano” (A3)
	Associação com doença	Doença ≠ vida	3	“Não, pois é uma doença que transmitem” (A11)

	Ausência de Justificativa Estruturada ou Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	2	“porque sim” (A8) “são seres vivos minusculos” (A18)
	Critérios antropocêntricos	Não pensa, não tem decisões	3	“Ele não pensa e nem tem decisões” (A15) “Tem ações próprias” (E1) “tem ações poprias” (E10)
Bactéria	Critérios biológicos corretos	Célula, reprodução	6	“sim pois contem celulas” (A4) “Se reproduzem” (A32)
	Associação com doença	Vem da sujeira, transmite doença Doença ≠ vida	5	“Não é um ser vivo pois ele é tóxico” (A3) “Pois é uma doença que transmitem” (A7)
	Ausência de Justificativa Estruturada ou Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	9	“porque sim” (A8) “Porque, é algo que não se controla” (A12) “Se espalham sozinhas” (E1)
Fogo	Processos físicos/químicos	Fenômeno natural, reação química	8	“Porque o fogo e apenas uma reação química” (A5) “é o fenômeno da natureza” (A7)
	Natural x Artificial	Feito pelo ser humano, não é natural	1	“Não tem vida própria, porque o ser humano causa ele” (A12)
	Critérios biológicos corretos	Reprodução, célula, estímulo	3	“não porque não contem células e nem vida nem física” (A4) “Uma coisa é se reproduzir, outra é se espalhar” (A9) “Porque ele não se reproduz” (A26)
	Ausência de Justificativa Estruturada ou Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	9	“Não sei” (E3) “Porque ele é uma chama que queima” (E6)
Robô com IA	Natural x Artificial	Feito pelo ser humano, não é natural	14	“Pois ele é apenas programado” (3) “porque criado manualmente.” (A9) “não e algo criado por seres vivos” (E10)
	Critérios antropocêntricos	Emoções, pensamento,	3	“Ele não consegue ter emoções” (A5)

		consciência, ser independente		
	Critérios biológicos corretos	Não tem célula, não se reproduz biologicamente	1	“Não pois ele não contem celula” (A4)
	Ausência de Justificativa Estruturada ou Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	3	“Pode se comunicar com seres vivos” (A22) “Porque tem uma chama que queima” (E6)

Fonte: Autoria própria.

O Quadro 3 sintetiza as categorias temáticas emergentes dessa análise, suas ocorrências e exemplos representativos das falas dos estudantes. A unidade de análise considerada foi cada justificativa individualizada para cada entidade avaliada, uma vez que um mesmo aluno poderia apresentar raciocínios distintos — por vezes corretos, por vezes não — dependendo da entidade em questão. Esse recorte permitiu observar, por exemplo, que alguns estudantes aplicavam corretamente critérios biológicos ao avaliar uma bactéria, mas recorriam a raciocínios baseados em movimento ou consciência ao avaliar fogo, vírus ou robôs.

Os dados revelam a coexistência de concepções alinhadas ao conhecimento científico — agrupadas na categoria “Critérios biológicos corretos” — com concepções alternativas persistentes, como a ênfase no movimento como critério isolado, a associação da vida à presença de consciência, sentimentos/emoções ou raciocínio (antropocentrismo) e a ideia de que seres artificiais não podem ser vivos, independentemente de qualquer outra característica (dicotomia natural x artificial).

Além disso, embora parte dos alunos reconheça que o vírus se reproduz ou interage com estímulos, há forte tendência a pensar no microrganismo pela ótica do dano à saúde humana, o que pode prejudicar o aprendizado futuramente, conforme Byrne et al. (2009, p. 1, tradução nossa):

> As ideias antropomórficas parecem ajudar as crianças a explicar sua compreensão de alguns aspectos dos micro-organismos, mas o desequilíbrio nas visões antropocêntricas [...] parece impedi-las de considerar outros aspectos desses seres; por exemplo, a importância de seu papel na decomposição e no ciclo da matéria, ou suas aplicações tecnológicas benéficas. O foco no perigo que se acredita que os micro-organismos representem para a saúde humana cria uma visão hostil em relação a eles, o que pode inibir a aprendizagem futura.

Ou seja, a ideia de “vírus = doença” prevalece, à custa de uma definição biológica de vida. Quanto às bactérias, a categoria “Ausência de justificativa…” (9) foi a mais frequente,

mostrando muitas respostas vagas ou idiossincráticas. Poucos alunos aplicaram visão estritamente antropocêntrica (3). Esse quadro revela duas coisas: (a) há familiaridade com o conceito de "bactéria ruim/doentia", mas (b) os alunos, no geral, não conseguem articular que bactérias são seres vivos, refletindo lacunas na compreensão de processos celulares e de reprodução microbiana. Com relação à entidade fogo, a maioria (8) enquadrou fogo em "Processos físicos/químicos" – reconhecimento de que se trata de reação e não de organismo; 1 mencionou "natural × artificial" e 9 caíram em "Ausência de justificativa". Nenhum registrou critérios biológicos corretos de vida. Isso significa que muitos encaram fogo apenas como fenômeno natural, mas quase tantos não souberam justificar o que caracteriza essa falta de vida.

De longe o perfil mais homogêneo foi com relação ao Robô com IA: 14 alunos aplicaram "natural × artificial" (tudo que é artificial não pode ser classificado como vivo), 3 usaram critérios antropocêntricos (emoções, consciência) para justificar porque coisas artificiais não são vivas e apenas 1 citou critério biológico correto; 3 ficaram sem justificativa estruturada. Essa resposta massiva confirma que a fronteira "vivo" para os alunos tende a se definir no binarismo natural/artificial, sem considerar se o sistema simulado reproduz processos típicos de organismos ou vice-versa.

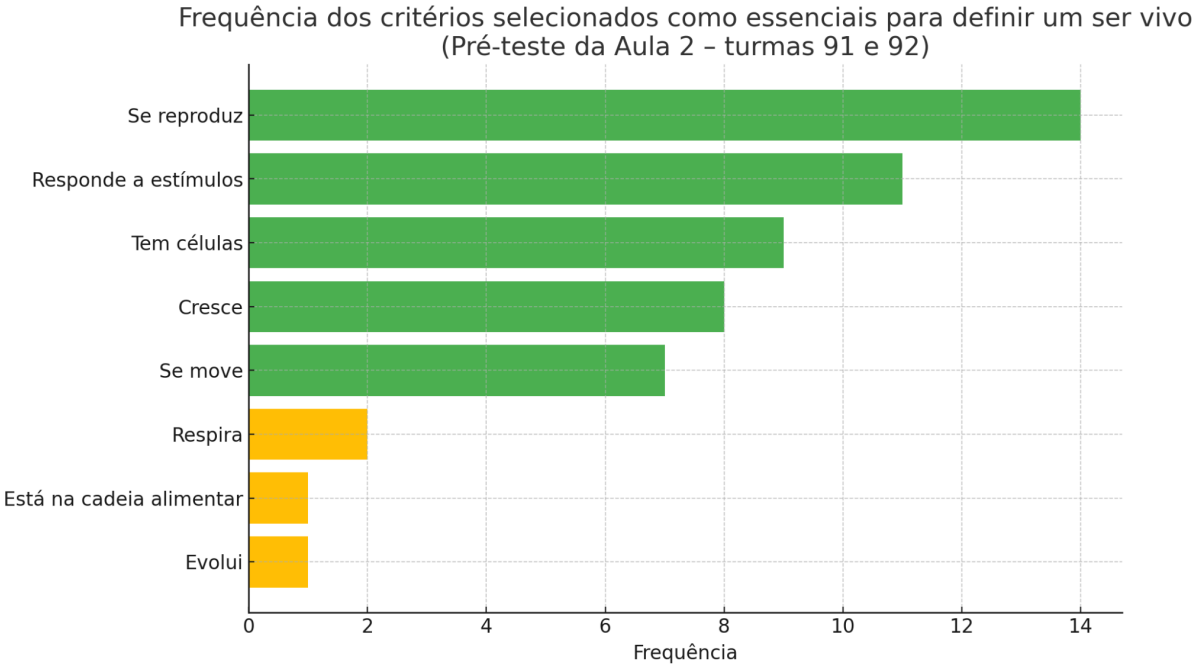
Além disso, uma categoria bastante expressiva foi a de "Ausência de Justificativa Estruturada ou Clareza Conceitual", composta por respostas vagas, confusas ou que expressam incerteza, sobretudo em relação a entidades que desafiam as fronteiras intuitivas da definição de vida, como vírus e fogo. Isso indica não apenas lacunas conceituais, mas também os desafios inerentes ao ensino de conceitos complexos e abstratos como o de "vida", tema que se encontra, inclusive, em debate no próprio meio científico.

Esses resultados evidenciam a predominância de uma visão antropocêntrica e utilitária da vida (foco em doença, dano, artificialidade), em detrimento de critérios biológicos formais (célula, metabolismo, reprodução). Além disso, o elevado número de justificativas vagas revela necessidade de trabalhar explicitamente o discurso conceitual. A análise desses dados reforça a importância de propostas pedagógicas que auxiliem os estudantes a desenvolver modelos mentais mais coerentes com os referenciais científicos, substituindo critérios perceptivos e antropocêntricos por fundamentos baseados em metabolismo, estrutura celular, reprodução, homeostase e interação com o meio.

Além das justificativas discursivas analisadas anteriormente, o questionário aplicado no pré-teste da Aula 2 incluiu uma questão de natureza fechada, na qual os estudantes deveriam selecionar, a partir de uma lista pré-definida, quais critérios consideravam essenciais

para algo ser classificado como ser vivo. As opções oferecidas foram: “se move”, “cresce”, “responde a estímulos”, “se reproduz”, “possui célula” e “outros”, sendo que, neste último caso, era possível especificar algum critério adicional.

Figura 4 – Frequência dos critérios indicados como essenciais para definir um ser vivo (Pré-teste – Aula 2)



Fonte: Acervo da autora.

A figura 3 apresenta a frequência com que cada critério foi selecionado pelos alunos das turmas 91 e 92. Observa-se que o critério mais frequentemente assinalado foi “se reproduz”, escolhido por 14 estudantes, o que indica uma percepção, ao menos declarativa, da reprodução como característica essencial da vida. Esse dado é consistente com pesquisas na área (Bizzo, 2009; Wandersee et al., 1994), que apontam a reprodução como um dos critérios mais prontamente reconhecidos pelos alunos, embora sua aplicação prática nem sempre se consolide nas justificativas discursivas, como discutido na análise anterior.

O critério “responde a estímulos” aparece na segunda posição, com 11 ocorrências, refletindo uma visão que associa vida à capacidade de reagir ao meio — uma concepção que pode tanto se alinhar aos critérios biológicos quanto, em alguns casos, ser confundida com a ideia de consciência, dependendo de como o aluno entende o termo.

Já o critério “possui célula” ficou em terceiro lugar com 9 ocorrências. O fato de “possuir célula” não figurar entre os critérios mais frequentes sinaliza uma fragilidade no domínio dos conceitos estruturais da biologia, uma vez que a presença de célula é, do ponto

de vista científico, um dos requisitos fundamentais para a definição de vida. Por outro lado, a seleção de “se move” (com 7 ocorrências) reflete um padrão recorrente nas concepções pré-científicas, em que vida é associada diretamente ao deslocamento, critério que, embora válido para muitos seres vivos, não se aplica universalmente.

O critério “cresce” foi escolhido por 8 alunos, o que também demonstra uma visão pautada em aspectos perceptivos do desenvolvimento dos seres vivos. Por fim, apenas quatro alunos selecionaram a opção “outros”, um especificando “na cadeia alimentar” como critério — uma resposta que, embora isolada, sugere uma tentativa de associar a vida à participação em processos ecológicos. Outros dois mencionaram “respirar” como um critério importante e um mencionou a capacidade de “evoluir” como importante.

Ao comparar esses dados com a análise qualitativa das justificativas discursivas, observa-se que a seleção de critérios não se traduz automaticamente em sua correta mobilização na avaliação de casos concretos. Isso reforça a ideia de que há uma dissociação entre o “saber declarar” e o “saber aplicar” um conceito científico, aspecto amplamente discutido na literatura sobre ensino e aprendizagem em Ciências (Pozo & Crespo, 2009; Mortimer, 2000).

4.1.2 Pós-teste aula 2

Após a realização do pré-teste, deu-se início a uma aula expositiva-dialogada, na qual foram apresentados e discutidos diversos critérios que os cientistas utilizam para definir o que é um ser vivo, tais como metabolismo, presença de célula, homeostase, reprodução, capacidade de responder a estímulos e presença de informação genética. Na sequência, foi aplicado o pós-teste, que manteve a mesma estrutura do pré-teste, porém com a adição de duas novas entidades: embrião e célula vegetal. Assim como no primeiro teste, os alunos deveriam indicar, por meio de caixas de seleção, se consideravam cada entidade viva ou não, e justificar suas escolhas. A introdução dessas duas novas entidades teve como objetivo verificar como os alunos aplicariam os critérios científicos discutidos na aula em casos que, embora biologicamente vivos, poderiam gerar dúvidas, especialmente por não apresentarem características perceptíveis como movimento ou autonomia.

Quadro 4 – Categorização das concepções dos alunos sobre o que caracteriza um ser vivo (Pós-teste – Aula 2)

Entidade	Categoria consolidada	Subcategoria/ Descrição	Ocorrências	Exemplos de respostas
Vírus	Critérios biológicos corretos	Reprodução, célula, estímulo	13	"Não. Vírus não são auto-sustentáveis " (A18) "Sim. Ele tem sua própria maneira de reprodução e ele é capaz de mudar ou seja evoluir" (E2)
	Relação com o ser humano	Infecta, vive no corpo	4	"Sim. Pois ele é transmissível e habita no corpo do ser humano" (A3) "Sim pois ele é transmitivel" (A4)
	Critérios antropocêntricos	Não pensa, não tem decisões	3	"Não pois ele não escolhe quem ele vai infectar" (A8) "Não. Pois não pensa e não tem consciência" (A32)
	Associação com doença	Doença ≠ vida	1	"Não. pois é apenas um vírus que pode ser transmitido" (A11)
Bactéria	Critérios biológicos corretos	Célula, reprodução	9	"Sim, porque tem células" (A25) "Sim porque ele se reproduz" (A26) "Sim, porque tem composição celular" (E3)
	Ausência de Justificativa Estruturada ou Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	6	"não pois só divide não se multiplica" (A9) "Não. Versão inferior do vírus" (E6)
	Critérios antropocêntricos	Não pensa, não tem decisões	3	"sim porque ela age sozinha dentro do corpo" (A12) "Sim. Age sozinha" (A22)
	Associação com doença	Vem da sujeira, transmite doença Doença ≠ vida	2	"É apenas uma doença bacteriana" (A7) "não é apenas um doença bacteriana" (A11)
	Relação com o ser humano	Infecta, vive no corpo	1	"Não. Pois a bactéria ela é praticamente células que se multiplicam e tanto fazem bem quanto o mal." (A3)
Fogo	Critérios biológicos corretos	Reprodução, célula, estímulo	11	"Não não se reproduz" (A9) "Não, porque não possui informação genética" (A25)
	Processos físicos/químicos	Fenômeno natural, reação química	6	"Não. Ele é uma reação química" (A5) "é um fenômeno da natureza" (A7)
	Ausência de Justificativa Estruturada ou Clareza	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e	4	"não sei" (A8) "Não, ele não tem materia" (E15)

	Conceitual	Idiossincráticas		
Robô com IA	Natural x Artificial	Feito pelo ser humano, não é natural	10	“é uma inteligência artificial que ajudam as pessoas com dúvidas” (A7) “Não. Porque ele é programado” (E6)
	Critérios antropocêntricos	Emoções, pensamento, consciência, ser independente	4	“Pensa, fala” (A22) “Pensa, fala e age como ser humano” (A24)
	Critérios biológicos corretos	Não tem célula, não se reproduz biologicamente	4	“Não porque não possui os critérios essenciais como reprodução” (A25) “Não tem composição celular, informação genética” (E1)
	Ausência de Justificativa Estruturada ou Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	4	“Não. Ele tem tecnologia muito variada” (A3) “Interage com o meio mas não e um ser vivo” (E10)
Embrião	Pessoa em desenvolvimento		10	“sim pois é um feto em desenvolvimento” (A8) “Por que vai ser uma vida” (A15)
	Critérios biológicos corretos	Não tem célula, não se reproduz biologicamente	8	“Sim, porque interage com o meio e tem células” (A25) “Sim ele é só a base de um ser vivo onde ele evolui, não é capaz de se reproduzir porém tem metabolismo e também consegue reagir a estímulos externos” (E2)
	Ausência de Justificativa Estruturada ou Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	3	[Não respondeu] (A3 e A4) “Sim é um ser vivo” (A22)
Célula Vegetal	Critérios biológicos corretos	Não tem célula, não se reproduz biologicamente	12	“Sim Porque tem célula” (A26) “ Sim, pois as células são unidades básicas para todos seres vivos” (E15)
	Ausência de Justificativa Estruturada ou Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	7	“Célula vegetal segue o mesmo princípio” (A4) “Sim. São seres vivos” (A22)
	Respira/Se alimenta	Capacidade de se alimentar e respirar	3	“Ele se alimenta” (A5) “sim porque ela respira” (A12)

Fonte: Autoria própria.

A análise dos dados revela avanços significativos em relação ao pré-teste, embora ainda sejam perceptíveis alguns padrões de concepções alternativas e dificuldades na mobilização dos critérios científicos de definição da vida. Em relação ao vírus, observou-se

um aumento expressivo no número de estudantes que recorreram a critérios científicos explícitos, como reprodução, informação genética e necessidade de interação com um hospedeiro. Em comparação ao pré-teste, reduziu-se a frequência de justificativas centradas exclusivamente na relação do vírus com o ser humano ou com a doença. No entanto, ainda aparecem justificativas centradas na relação com o ser humano (4) e critérios antropocêntricos (3), além de uma ocorrência isolada de associação direta com doença. Isso indica que, embora o entendimento biológico tenha se fortalecido, permanece em alguns alunos a visão do vírus atrelada ao impacto que ele exerce na saúde humana, algo já observado no pré-teste.

Quanto à bactéria, a frequência de respostas baseadas em critérios biológicos corretos (9) também aumentou, reforçando que os alunos começam a compreender características essenciais desse grupo, como a presença de células e capacidade de reprodução. No entanto, ainda persistem respostas vinculadas à associação com doença (2) e um número relevante de justificativas ausentes ou pouco estruturadas (7), sinalizando que parte dos alunos mantém uma compreensão vaga ou incerta sobre os critérios que definem a vida nesse contexto específico.

A análise das respostas sobre o fogo revela um dado interessante: embora ainda apareçam respostas que reconhecem o fogo como um processo físico ou químico (6), chama atenção a quantidade de alunos que passaram a aplicar critérios biológicos corretos para justificar que fogo não é um ser vivo (11). Isso demonstra uma mudança importante em relação ao pré-teste, quando nenhum aluno utilizou critérios biológicos nesse contexto. Ainda assim, quatro alunos apresentaram respostas vagas, sem clareza conceitual, indicando que nem todos consolidaram completamente a distinção entre fenômenos físicos e seres vivos.

No caso do robô com inteligência artificial, observa-se que o critério “natural x artificial” continua sendo o mais utilizado (10), demonstrando que os alunos mantêm fortemente a ideia de que aquilo que é produzido artificialmente não pode ser considerado vivo, independentemente de qualquer outro fator. Entretanto, destaca-se um avanço qualitativo: quatro alunos passaram a usar critérios biológicos corretos para justificar que o robô não é um ser vivo, mencionando, por exemplo, a ausência de células e de reprodução biológica. Além disso, quatro respostas ainda refletem concepções antropocêntricas (emoções, pensamento, consciência) e outras quatro se enquadram na categoria de ausência de justificativa estruturada, indicando que, embora haja avanços, a discussão sobre a artificialidade ainda representa um desafio conceitual relevante.

As duas novas entidades incluídas no pós-teste — embrião e célula vegetal — permitiram ampliar o desafio cognitivo e verificar a articulação de critérios em casos

ambíguos. No caso do embrião, uma parcela dos alunos manteve uma abordagem mais social ou ética (10 ocorrências classificando-o como uma "pessoa em desenvolvimento"), enquanto outros (8) empregaram argumentos biológicos, destacando a presença de células, metabolismo e desenvolvimento embrionário. A análise sugere que, nesse caso, as concepções culturais e científicas coexistem de forma complexa, refletindo a natureza interdisciplinar do tema.

No que se refere à célula vegetal, a maioria dos estudantes (12) mobilizou adequadamente a ideia de que se trata de uma unidade fundamental da vida, reconhecendo sua estrutura celular e função biológica. No entanto, algumas respostas ainda se limitaram a argumentos genéricos ("porque é um ser vivo"), ou baseadas em critérios isolados ("porque respira" ou "porque se alimenta"), o que indica que a articulação conceitual entre múltiplos critérios ainda está em processo de construção.

De maneira geral, os resultados do pós-teste indicam uma evolução na mobilização dos critérios biológicos para a definição de vida em comparação com o pré-teste. Entretanto, permanecem traços importantes de concepções alternativas, com destaque para a forte influência da dicotomia natural x artificial no julgamento sobre o robô, bem como da associação entre microrganismos e doença na avaliação de vírus e bactérias. Além disso, o número ainda expressivo de justificativas vagas ou desconectadas dos critérios científicos reforça a necessidade de aprofundar as discussões conceituais no ensino de Ciências, especialmente sobre os fundamentos biológicos que definem o que é, de fato, estar vivo.

4.1.3 Análise integrada: mapa mental, pré-teste, pós-teste e diário de campo

A análise integrada dos dados obtidos a partir dos mapas mentais, dos resultados do pré-teste e do pós-teste, bem como das observações registradas no diário de campo, permite compreender de forma mais ampla e profunda as concepções dos alunos sobre o conceito de vida e como elas se transformaram ao longo da aula. Essa análise foi orientada pelas três categorias a priori definidas na metodologia: (1) Antropomorfismo/Antropocentrismo, (2) Critérios científicos explícitos e (3) Evolução do vocabulário.

Os mapas mentais produzidos no início da aula revelaram, de maneira bastante evidente, a presença de uma forte influência de concepções antropocêntricas, fisiológicas e subjetivas sobre o conceito de vida. Na Turma 91, os alunos associaram a vida principalmente a componentes do corpo humano, como "célula", "ossos", "sangue", bem como a atributos subjetivos, como "sentimentos" e "consciência". Já na Turma 92, observou-se uma visão mais simbólica e sociocultural da vida, com referências a "cultura", "profissão" e "diversidade",

demonstrando a incorporação de significados amplos e não biológicos. Como anotado no diário de campo, essa turma demonstrou uma tendência a compreender a vida muito mais como um fenômeno sociocultural e antropocêntrico do que como um fenômeno biológico-natural.

Essa tendência antropocêntrica e funcional também se refletiu fortemente no pré-teste, em que as justificativas dos alunos, ao classificarem as entidades foram frequentemente pautadas por critérios não científicos, como movimento, consciência ou utilidade para os seres humanos. As análises indicaram uma escassa mobilização de critérios científicos explícitos, tais como presença de células, metabolismo, reprodução ou homeostase. Embora a atividade de seleção de critérios tenha revelado algum conhecimento declarativo desses conceitos, esse repertório nem sempre foi mobilizado de forma consistente nas justificativas discursivas. Isso reforça a dissociação entre saber declarativo e saber aplicado, como discutido na literatura sobre aprendizagem significativa.

A intervenção pedagógica promoveu mudanças perceptíveis nas respostas do pós-teste: Houve um aumento expressivo no uso de critérios científicos explícitos, especialmente na análise de vírus, bactérias e fogo, que passaram a ser descritos com base em presença ou ausência de material genético, reprodução, metabolismo ou estrutura celular. Isso indica que parte dos estudantes começou a reformular seus modelos mentais, substituindo explicações centradas na experiência humana por fundamentos mais próximos do discurso científico.

Por outro lado, algumas concepções alternativas persistiram, especialmente na avaliação de entidades como o robô com inteligência artificial. Muitos alunos ainda recorreram à dicotomia natural × artificial como critério exclusivo de julgamento, o que demonstra a força da categoria “Antropocentrismo" em algumas classificações. De modo semelhante, o embrião foi frequentemente descrito como uma “pessoa em desenvolvimento”, revelando uma abordagem mais ética ou cultural do que científica, ainda que também tenham surgido justificativas baseadas em critérios biológicos.

Durante a aula, emergiu o debate entre vírus biológico e vírus de computador, e, embora os alunos reconhecessem as características funcionais compartilhadas entre eles e essas caracteŕisticas terem sido enfatizadas múltiplas vezes, a simples condição de o vírus de computador ser um artefato produzido por humanos levou os alunos a recusarem sua classificação como vida. Isso demonstra que, para grande parte dos estudantes, o critério de origem (natural × artificial) tem mais peso que critérios biológicos objetivos.

Esse embate também gerou momentos de desconforto cognitivo e reflexão ativa, como aparece nas entradas do diário quando os alunos expressaram confusão e até descontração diante do desafio conceitual que a aula impôs, relatando, por exemplo: “A aula da crise existencial” ou “Por que a senhora está fazendo isso com a gente?”. Esse tipo de reação é altamente positivo do ponto de vista pedagógico, pois indica que os alunos foram desafiados a desconstruir e reconstruir seus modelos mentais sobre o conceito de vida, experienciando um genuíno processo de desequilíbrio cognitivo — condição essencial para a aprendizagem significativa segundo a perspectiva construtivista.

Ao comparar esses dados iniciais com os resultados do pós-teste, observa-se um avanço expressivo na mobilização dos critérios biológicos discutidos durante a aula. Muitos alunos passaram a empregar critérios como presença de célula, metabolismo, reprodução e resposta a estímulos para fundamentar suas classificações, especialmente na análise de entidades como vírus e bactérias, que anteriormente eram associadas majoritariamente à doença. Também é perceptível que a rigidez do critério natural x artificial se manteve com bastante força na avaliação do robô com inteligência artificial, evidenciando que, mesmo após a reflexão proposta na aula, essa dicotomia permaneceu como uma barreira conceitual para parte dos alunos.

Ainda assim, as entradas no diário de campo mostram que houve mudanças importantes nas percepções, sobretudo em relação aos vírus biológicos. Como registrado: “Alguns mudaram de ideia sobre as classificações dos vírus depois de eu apresentar que não tinham célula e nem metabolismo fora do hospedeiro”, o que demonstra que a exposição dos limites dos critérios biológicos — como a ausência de metabolismo nos vírus fora de um hospedeiro — gerou revisão de conceitos entre alguns alunos.

Além disso, um apontamento particularmente significativo no diário de campo reforça a profundidade da aprendizagem promovida: alguns estudantes chegaram, por conta própria, à conclusão de que nenhum critério isolado é suficiente para definir o que é um ser vivo, e que a vida precisa ser compreendida como um fenômeno multifatorial, analisado a partir da combinação de diversos critérios biológicos. Essa inferência espontânea — emergente da reflexão sobre os casos-limite discutidos em aula — representa um indício importante de raciocínio científico em formação, pois reflete uma mudança qualitativa na forma de pensar o conceito de vida. Esse tipo de raciocínio relacional indica a superação da busca por um único “marcador” de vida, característica comum nas concepções iniciais dos alunos, e aproxima suas interpretações da complexidade inerente ao próprio debate científico atual sobre a definição da vida.

De modo geral, essa triangulação dos dados revela que os alunos entraram na aula carregando uma visão de vida fortemente centrada na experiência humana, no funcionamento do corpo e em aspectos sociais ou subjetivos. Essa concepção foi parcialmente desconstruída ao longo da aula, especialmente no que diz respeito à ampliação do repertório de critérios científicos e na percepção de que a definição de vida não é simples, nem universal, mas construída a partir de referenciais biológicos específicos, permeada por limites, exceções e debates científicos, como discutido no próprio desenvolvimento da aula.

Essa análise integrada reforça, portanto, a potência da abordagem adotada, que, ao mesmo tempo em que promoveu avanços significativos na apropriação de conceitos científicos, também revelou pontos de resistência e de permanência de concepções alternativas, que são comuns e esperadas no processo de ensino e aprendizagem de temas de alta complexidade, como é o caso da definição de vida.

4.2 Análise da Aula 4 – O Contexto Químico da Vida

A Aula 4 teve como objetivo promover uma reflexão sobre a importância da química para a compreensão do fenômeno da vida, abordando os elementos e moléculas fundamentais que constituem os seres vivos e como esses mesmos princípios orientam, atualmente, a busca por vida fora da Terra. A aula teve início com uma atividade de problematização, por meio do pré-teste intitulado “Explorando a Química da Vida”, elaborado com a finalidade de diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a composição química da vida. Esse momento inicial também foi mobilizado para instigar uma reflexão coletiva a partir de dois questionamentos norteadores: “O que torna os seres vivos especiais?” e “Se os seres vivos e os objetos inanimados são formados pelos mesmos componentes químicos, o que faz da vida algo especial?”. Essas perguntas foram fundamentais para provocar nos alunos um estranhamento inicial e gerar uma disposição para investigar os processos e estruturas que, apesar da matéria ser compartilhada com o mundo não vivo, conferem características únicas aos sistemas vivos.

No segundo momento da aula, dedicado à organização do conhecimento, foi conduzida uma retomada sobre a estrutura dos átomos e sobre os principais elementos químicos presentes nos seres vivos, com ênfase nos elementos conhecidos pela sigla CHONPS — Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo e Enxofre —, discutindo por que esses elementos são considerados essenciais para a vida. A abordagem também incluiu a apresentação das principais moléculas biológicas — proteínas, carboidratos, lipídios

e DNA, estabelecendo a conexão direta entre a presença dos elementos CHONPS e as funções biológicas que garantem o funcionamento dos organismos. Além disso, foi destacada a importância da água como solvente universal e seu papel central nas reações químicas necessárias à vida.

Nesse contexto, foi discutido com os alunos que os cientistas, ao investigarem ambientes extraterrestres, procuram por indícios da presença de elementos químicos capazes de formar moléculas complexas, como o carbono, e por evidências de condições químicas que sustentem processos semelhantes aos que ocorrem na vida terrestre.

Para concluir a aula e avaliar se os alunos foram capazes de mobilizar os conceitos construídos, foi aplicada a atividade de sistematização "Explorando a Química da Vida – Parte 2" (pós-teste), na qual os estudantes precisaram utilizar os conhecimentos adquiridos para classificar elementos químicos segundo sua importância para os seres vivos, além de resolver questões que demandavam a aplicação dos conceitos relacionados à composição química da vida e à sua conexão com a busca por vida fora da Terra. A seguir, são apresentados os resultados obtidos na aplicação das atividades de pré e pós-teste, organizados em categorias temáticas.

4.2.1 Pré-teste aula 4

O quadro 5, abaixo, apresenta a categorização das respostas dos alunos referente ao pré-teste aplicado na Aula 4, cujo objetivo foi diagnosticar as concepções prévias das turmas sobre conceitos fundamentais da Química da Vida. O instrumento, composto por quatro questões abertas, buscou investigar o entendimento dos estudantes sobre a composição dos átomos, a diferenciação entre elementos químicos, a importância da água para a vida e a composição química dos organismos vivos. As respostas foram organizadas em categorias temáticas definidas a partir da Análise de Conteúdo de Bardin (1977), considerando tanto aproximações corretas ao conhecimento científico quanto concepções alternativas, pré-científicas, vagas ou descontextualizadas.

Quadro 5 – Categorização das concepções dos alunos sobre a Química da Vida (Pré-teste – Aula 4)

Questão	Categoria consolidada	Subcategoria/ Descrição	Ocorrências	Exemplos de respostas
De que partes é	Compreensão	Respostas que citam	4	"Neutro prouton

formado um átomo?	científica correta ou aproximada	prótons, nêutrons, elétrons, núcleo, ou fazem referência adequada às partículas subatômicas.		eletron” (A4) “Protons, eletrons e neutrons” (E2)
	Respostas vagas ou concepções imprecisas	Quando o aluno usa termos genéricos ou não demonstra clareza conceitual.	10	“Cabeça corpo pernas” (A12) “Por energia” (A15)
	Não respondeu ou não sabe	Não respondeu ou declarou não saber ou não lembrar	7	“Não me lembro” (A11) “Não sei o que seria um átomo” (E10)
O que diferencia um elemento químico de outro?	Compreensão científica correta ou aproximada	Respostas que citam prótons, nêutrons, elétrons, núcleo, ou fazem referência adequada às partículas subatômicas.	3	“Numero de protons ligados no atomo” (E2) “e o numero de protons” (E3)
	Respostas vagas, alternativas ou sem justificativa científica	Quando o aluno usa termos genéricos ou não demonstra clareza conceitual.	13	“Cada um tem diferença” (A5) “A diferença é que um átomo é feito de carbono e outro de Ferro” (A8)
	Não respondeu ou não sabe	Não respondeu ou declarou não saber ou não lembrar	4	“não sei” (A7)
Por que você acha que a água é importante para a vida?	Funções biológicas e fisiológicas corretas em geral	Quando o aluno relaciona água com hidratação, metabolismo, funcionamento do corpo, plantas, etc.	1	“Para a hidratação do ser humano plantas e animais” (A5)
	Generalizações corretas, mas sem aprofundamento	Usa expressões como “é essencial para a vida” ou “sem ela não vivemos”, sem detalhamento.	8	“Sim, plantas água bichos animais água e pessoas beber águas” (A26) “sem agua nos não consigamos ser hidrata” (E3)
	Concepções simbólicas ou subjetivas	Respostas que associam a água a valores subjetivos como “cura” ou “vida” de forma emocional.	2	“Para mim agua é cura para o ser vivo, precisamos dela para viver” (A22) “a água é um elemento que faz bem e é natural” (E1)
	Concepções incorretas ou descontextualizadas	Respostas que demonstram interpretações equivocadas, confusas ou	2	“Porque ela é um lugar fácil de evoluir” (E2) “Não” (E15)

		fora do contexto científico da pergunta.		
	Generalizações Antropocêntricas	Quando a justificativa se concentra exclusivamente na importância da água para o corpo humano, sem considerar sua relevância para a vida de forma ampla	8	“para se manter hidrato e que o nosso rim precisa disso” (A11) “Para o melhor funcionamento do corpo humano” (A24)
Todos os organismos vivos são compostos pelos mesmos tipos de moléculas e átomos?	Respostas vagas ou sem base conceitual clara	Respostas que utilizam termos genéricos, imprecisos ou desconectados do contexto da pergunta, sem evidenciar compreensão dos conceitos científicos envolvidos.	9	“gelio elyo” (A26) “não, não conheço nenhum” (E1)
	Visões espontâneas ou pré-científicas	Respostas baseadas em interpretações do senso comum, percepções cotidianas ou conhecimentos intuitivos, que não correspondem ao referencial científico.	7	“acho que não, cada moléculas são diferentes de cada organismo” (A7) “Não, porque são elementos diferentes” (A22)
	Compreensão científica correta ou aproximada	Reconhecimento de que há elementos/moléculas comuns (C, H, O, N, etc.).	2	“Sim, a maioria sim” (A8) “Oxigênio e Carbono” (E2)
	Não respondeu ou não sabe	Não respondeu ou declarou não saber ou não lembrar	3	“Não sei” (A32)

Fonte: Autoria própria.

Na questão sobre as partes que formam um átomo, percebe-se que a maioria dos alunos (10) apresentou respostas classificadas como vagas ou com concepções imprecisas, utilizando termos desconectados do modelo científico, como “cabeça, corpo, pernas” ou expressões genéricas como “por energia”. Esse grupo representou a maior parte dos respondentes, indicando que os alunos ainda não possuem clareza sobre a estrutura atômica. Além disso, um número significativo de estudantes declarou não saber ou não respondeu à questão, o que reforça a presença de lacunas conceituais importantes. Apenas uma pequena parcela dos alunos (7) demonstrou compreensão científica correta ou aproximada, citando prótons, nêutrons, elétrons ou núcleo, o que evidencia que, embora alguns alunos já possuam contato com esse conhecimento, ele ainda não está consolidado na maioria da turma.

Na questão sobre o que diferencia um elemento químico de outro, a situação se manteve semelhante. Somente três alunos apresentaram respostas alinhadas ao referencial científico, reconhecendo que a diferença entre os elementos está relacionada ao número de prótons no núcleo. A grande maioria forneceu respostas vagas, alternativas ou sem fundamentação científica, como “cada um tem diferença” ou “a forma que é usado”, indicando ausência de compreensão do conceito de número atômico e de estrutura dos elementos. Um pequeno grupo também não soube responder ou declarou não lembrar.

Na pergunta sobre a importância da água para a vida, observa-se uma maior diversidade de categorias nas respostas, revelando diferentes níveis de compreensão. As generalizações antropocêntricas e as generalizações corretas, porém sem aprofundamento, foram as mais frequentes, aparecendo em igual proporção. Isso demonstra que, embora os alunos reconheçam que a água é essencial, suas justificativas tendem a se restringir ao funcionamento do corpo humano, como evidenciado em respostas como “porque somos compostos por 70% de água” ou “para o melhor funcionamento do corpo humano”, ou então a afirmações genéricas como “sem água não vivemos”. Além dessas, surgiram também concepções de caráter simbólico ou subjetivo, que atribuem à água propriedades como “cura” ou simplesmente a consideram algo “que faz bem”, indicando que, para alguns alunos, a importância da água é percebida muito mais a partir de uma dimensão afetiva ou cultural do que de uma compreensão bioquímica. Além disso, apareceram respostas classificadas como concepções descontextualizadas, como “porque ela é um lugar fácil de evoluir”, que demonstram interpretações sem relação com o contexto científico. Apenas um aluno apresentou uma resposta que mobiliza corretamente funções biológicas e fisiológicas, reconhecendo a água como essencial para a hidratação de plantas, animais e seres humanos.

Por fim, na questão sobre se todos os organismos vivos são compostos pelos mesmos tipos de moléculas e átomos, prevaleceram respostas vagas, sem base conceitual clara, e visões espontâneas ou pré-científicas. Muitos alunos expressaram a ideia de que cada organismo é composto por elementos diferentes. Apenas dois alunos apresentaram respostas alinhadas ao referencial científico, mencionando que sim, a maioria dos seres vivos compartilham os mesmos elementos, ou citando diretamente elementos químicos como oxigênio e carbono. Ainda foi possível observar um número relevante de alunos que não soube responder ou deixou a questão em branco.

De modo geral, a análise dos dados evidencia que os alunos apresentam um conjunto de concepções alternativas, respostas vagas e dificuldades significativas na mobilização de conhecimentos científicos relacionados à química da vida. As concepções espontâneas, muitas

vezes centradas no senso comum, no cotidiano ou em interpretações antropocêntricas, demonstram que os conceitos de estrutura da matéria, diferenciação de elementos e unidade química dos seres vivos ainda não estão consolidados. Esse diagnóstico revela a necessidade de desenvolver intervenções didáticas que priorizem a contextualização, o uso de representações visuais, atividades experimentais e estratégias que permitam aos alunos compreender de maneira mais concreta e significativa os fundamentos químicos que sustentam a vida. Além disso, evidencia o potencial da astrobiologia como ferramenta integradora e interdisciplinar, capaz de favorecer uma abordagem mais ampla e contextualizada desses conceitos no ensino de Ciências.

4.2.2 Pós-teste aula 4

A presente seção apresenta a análise dos dados obtidos no pós-teste aplicado na Aula 4, cujo objetivo foi avaliar em que medida os alunos foram capazes de mobilizar os conceitos discutidos durante a aula sobre a Química da Vida. Diferentemente do pré-teste, este instrumento foi composto por questões que exigiam a aplicação direta dos conhecimentos construídos em sala, abordando tópicos como a importância da água para a vida, os critérios que diferenciam os elementos químicos, a identificação de elementos essenciais para os seres vivos e a análise de cenários hipotéticos sobre a possibilidade de vida em outros planetas. Por se tratar de um instrumento que combina questões abertas e fechadas, os dados foram organizados em dois formatos distintos. As respostas às questões abertas foram submetidas à Análise de Conteúdo, segundo Bardin (1977), e organizadas em categorias temáticas que refletem tanto aproximações corretas ao referencial científico quanto concepções alternativas, respostas vagas ou desconexas. O quadro 6 a seguir apresenta as categorias de análise, acompanhadas de suas descrições e exemplos representativos extraídos das respostas dos alunos.

Quadro 6 – Categorização das concepções dos alunos sobre a Química da Vida (Pós-teste – Aula 4)

Questão	Categoria consolidada	Subcategoria/ Descrição	Ocorrências	Exemplos de respostas
Por que a água é tão importante para a vida?	Critérios bioquímicos e funcionais corretos	Respostas que mencionam a água como meio para reações químicas, participação em processos biológicos,	12	“Todo ser vivo precisa de agua pra vida para ter reações” (A18) “Para as reações

		hidratação celular, transporte de substâncias etc.		químicas poderem acontecer” (E2)
	Generalizações corretas, mas superficiais	Frases como “porque sem ela não vivemos” ou “todo ser vivo precisa de água”, sem detalhamento.	10	“Porque todos os seres vivos precisam dela, sem a água não existiria vida” (A25) “Todos os seres vivos precisam de água” (A32)
O que diferencia um elemento químico de outro?	Compreensão científica correta	Reconhecimento de que a diferença está no número de prótons (ou estrutura do núcleo atômico).	12	“A quantidade de prótons” (A5) “o número de prótons no núcleo do átomo” (A8)
	Compreensão parcial ou vaga (sem base conceitual clara)	Respostas que falam em “funções”, “composição” ou “matéria” sem detalhar o conceito científico.	4	“funções e posições”(A12) “Materia e a composição do núcleo” (A18)
	Respostas incorretas ou descontextualizadas	Respostas sem sentido dentro da pergunta, ou que demonstram confusão de conceitos.	4	“A diferença é que a química precisa” (A3) “precisam de substancias ja outros não precisam” (A4)
Dentre os planetas X e Y qual planeta tem mais chance de abrigar vida como conhecemos? Por quê?	Justificativa com base na presença de elementos CHONPS e água	Respostas que identificam corretamente os elementos essenciais para a vida como a conhecemos.	10	“Planeta X por que tem quase tudo que precisamos e o Planeta Y não tem água que é muito importante para a vida.” (A15) “Planeta X, porque tem os elementos chonps que são essenciais para a vida.” (E1)
	Justificativa simplificada (água e oxigênio como essenciais)	Foco em elementos isolados (água, oxigênio, hidrogênio) sem menção ao conjunto de critérios.	7	“X porque tem mais elementos necessários para a vida” (A8) “Planeta X pois é mais adequado para a vida existir, como o oxigênio e o hidrogênio que são ideais para a vida humana” (A18)
	Justificativa centrada na semelhança com a	Respostas que indicam o Planeta X como mais favorável à vida com	2	“Planeta X porque há mais coisas como a terra como água

	Terra ou na ideia de "ter o necessário"	base na ideia de que ele "tem tudo que precisa", "é parecido com a Terra" ou possui condições gerais sem especificar elementos ou critérios bioquímicos.		oxigênio que é que o ser humano precisa" (A5) "Kepler, acho muito parecido com a terra" (A12)
	Reconhecimento sem justificativa	Respostas que indicam corretamente o Planeta X como mais favorável à vida, porém sem apresentar qualquer justificativa.	3	"Planeta X" (A3, A7)

Fonte: Autoria própria.

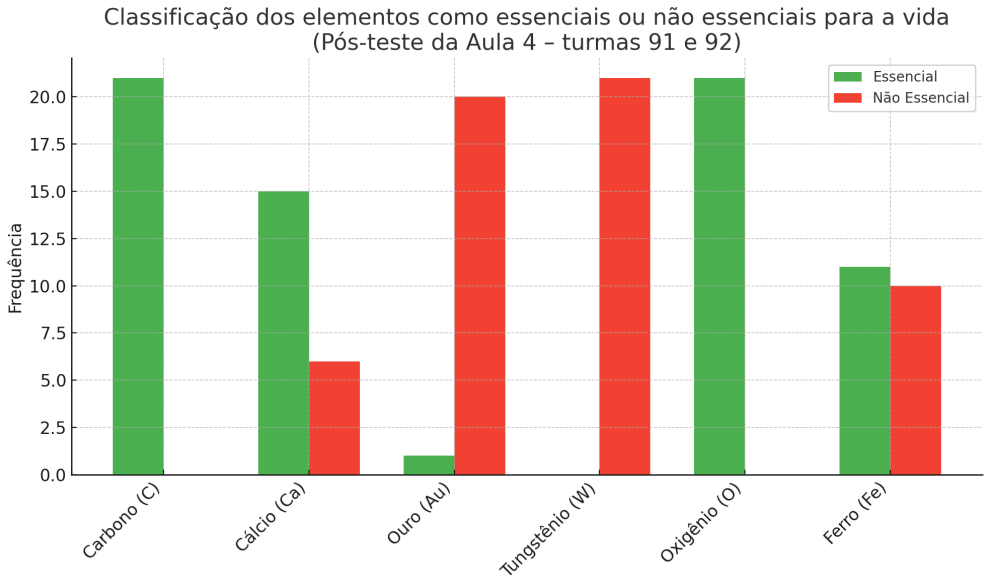
Já as respostas à questão de classificação dos elementos, de natureza fechada, foram analisadas quantitativamente, sendo apresentadas por meio do Quadro 7 e do gráfico (Figura 4) logo abaixo, que sintetizam a frequência de marcações dos elementos como essenciais ou não essenciais para a vida.

Quadro 7 – Elementos essenciais e não essenciais à vida mencionados pelos alunos (Pós-teste – Aula 4)

Elemento	Essencial	Não Essencial	Total de respostas
Carbono (C)	21	0	21
Cálcio (Ca)	15	6	21
Ouro (Au)	1	20	21
Tungstênio (W)	0	21	21
Oxigênio (O)	21	0	21
Ferro (Fe)	11	10	21

Fonte: Autoria própria.

Figura 5 – Classificação dos elementos como essenciais ou não essenciais à vida (Pós-teste – Aula 4)



Fonte: Autoria própria.

A análise dos dados da questão 1 do pós-teste, em que os alunos deveriam classificar elementos químicos como essenciais ou não essenciais para a vida, considerando os princípios da Química da Vida e, mais especificamente, os elementos que compõem o conjunto CHONPS, revela avanços importantes na compreensão dos alunos, embora também indique a persistência de algumas dificuldades conceituais. Os elementos carbono e oxigênio foram corretamente reconhecidos por todos os alunos como essenciais, o que demonstra que os conceitos centrais sobre os elementos fundamentais à formação das biomoléculas foram bem assimilados pela totalidade da turma. Isso é um dado bastante positivo, principalmente se comparado às respostas do pré-teste, nas quais predominavam concepções vagas, desconectadas ou centradas em exemplos isolados e sem embasamento científico.

Os elementos ouro e tungstênio, que não possuem qualquer função biológica nos sistemas vivos, foram corretamente classificados como não essenciais pela maioria dos alunos, sendo que o tungstênio teve unanimidade na classificação correta e o ouro registrou apenas uma marcação isolada como essencial, o que pode ser interpretado como um erro pontual ou fruto de desatenção. Esse padrão mostra que, de forma geral, os alunos foram capazes de distinguir corretamente elementos sem relevância biológica dos elementos essenciais à vida.

Por outro lado, os dados relativos ao cálcio e ao ferro são extremamente reveladores e importantes do ponto de vista da análise das concepções dos alunos. Ambos os elementos são, de fato, importantes para funções biológicas específicas — como o cálcio na sinalização celular e na constituição de ossos em animais, e o ferro na composição da hemoglobina e de enzimas —, mas não fazem parte dos elementos majoritários que compõem a matéria

orgânica (CHONPS). Assim, dentro do contexto da questão, eles deveriam ser classificados como não essenciais, o que representaria o entendimento adequado do conceito de Química da Vida aplicado ao conjunto CHONPS.

No entanto, os dados mostram que 15 alunos classificaram o cálcio como essencial e 11 alunos fizeram o mesmo com o ferro, o que evidencia que muitos estudantes confundiram a ideia de elementos majoritários da composição da vida com a ideia de elementos necessários para a saúde ou para processos fisiológicos específicos. Esse dado indica uma dificuldade dos alunos em diferenciar dois níveis de importância: (a) os elementos que formam a base da matéria orgânica, universal a todos os seres vivos (CHONPS), e (b) elementos que, embora fundamentais em processos biológicos, não fazem parte dessa base estrutural quantitativa.

No entanto, comparando esses dados com o pré-teste, nota-se que houve um avanço substancial no reconhecimento dos elementos CHONPS como fundamentais, especialmente na compreensão do carbono e do oxigênio. No pré-teste, era comum observar respostas extremamente vagas, concepções intuitivas, listas aleatórias de elementos ou mesmo a ausência total de respostas. O fato de, no pós-teste, praticamente todos os alunos acertarem os elementos mais importantes — e de terem reconhecido com segurança que ouro e tungstênio não são essenciais — demonstra que a intervenção pedagógica teve um impacto positivo.

Entretanto, o equívoco na classificação do cálcio e do ferro revela um aspecto muito pertinente do processo de ensino e aprendizagem: a tendência natural dos alunos de recorrer ao conhecimento cotidiano ou à noção de importância biológica geral, em vez de se basear nos critérios específicos que foram discutidos em aula. Isso sinaliza que, embora tenham ocorrido avanços, a diferenciação entre os conceitos de elementos estruturais universais (CHONPS) e elementos funcionais específicos (como ferro e cálcio) ainda não foi plenamente consolidada. De forma geral, os resultados dessa questão indicam que o ensino sobre a Química da Vida foi eficaz no sentido de promover avanços significativos na compreensão dos alunos, especialmente no que se refere à distinção entre elementos essenciais e não essenciais à vida dentro do contexto dos CHONPS. Por outro lado, também deixam evidente que é necessário reforçar a diferenciação entre os elementos majoritários da constituição da matéria viva e aqueles que desempenham funções biológicas específicas, para que os alunos possam consolidar uma compreensão mais precisa, coerente e alinhada ao referencial científico.

A análise dos dados obtidos nas questões abertas do pós-teste da Aula 4 evidencia, de maneira complementar, avanços expressivos nas concepções dos alunos sobre a Química da Vida. Na questão sobre a importância da água para a vida, observa-se um aumento

considerável no uso de justificativas baseadas em critérios bioquímicos e funcionais corretos, que somaram 12 ocorrências. Nessas respostas, os alunos reconheceram a água como elemento indispensável para a realização de reações químicas, para o funcionamento celular e para a manutenção dos processos vitais — uma evolução significativa se comparado ao pré-teste, em que predominavam respostas centradas no corpo humano, de caráter antropocêntrico, ou respostas genéricas e simbólicas como "a água é vida" ou "água é cura".

Por outro lado, ainda foram registradas 10 respostas classificadas como generalizações corretas, mas superficiais, em que os alunos afirmam que a água é importante porque "sem ela não vivemos" ou "todos os seres vivos precisam de água", mas sem detalhar os processos bioquímicos envolvidos. Embora essa categoria não represente um erro conceitual, ela indica uma compreensão ainda em construção, que carece de aprofundamento na explicitação dos processos químicos e biológicos que justificam a importância da água para a vida. Comparando com o pré-teste, onde as respostas vagas, simbólicas e antropocêntricas dominavam, fica evidente que houve um avanço qualitativo relevante, mesmo que nem todos os alunos tenham atingido o nível mais elaborado de compreensão.

Na questão sobre o que diferencia um elemento químico de outro, o avanço conceitual dos alunos é ainda mais evidente. Enquanto no pré-teste predominavam respostas vagas, como "pela cor" ou "pela forma como é usado", e grande número de alunos sequer sabia responder, no pós-teste a maioria — 12 alunos — respondeu corretamente, mencionando explicitamente que a diferença está no número de prótons no núcleo atômico. Esse dado demonstra que a abordagem utilizada na aula foi eficaz na superação das concepções alternativas e no desenvolvimento de uma compreensão mais alinhada ao referencial científico. Ainda assim, persistem quatro respostas que foram classificadas como compreensão parcial ou vaga, nas quais os alunos mencionam termos como "funções", "posição" ou "composição do núcleo", mas sem demonstrar clareza conceitual sobre o que de fato diferencia os elementos. Além disso, também foram registradas quatro respostas consideradas incorretas ou descontextualizadas, que demonstram dificuldades mais significativas na apropriação desse conceito, como, por exemplo, "a diferença é que a química precisa" ou "precisam de substâncias, já outros não precisam" (a qual atribuo a má interpretação ou má formulação da questão). Apesar dessas ocorrências, o salto qualitativo em relação ao pré-teste é notório.

A análise da questão que pedia aos alunos que escolhessem qual dos dois planetas fictícios teria mais chance de abrigar vida como conhecemos também revelou resultados bastante positivos. Dez alunos formularam uma justificativa baseada na presença de água e

dos elementos CHONPS, demonstrando não apenas a correta escolha do Planeta X, mas também a mobilização dos critérios bioquímicos discutidos na aula. Esse dado representa um avanço significativo em comparação ao pré-teste, no qual a maioria dos alunos sequer reconhecia os elementos essenciais da vida ou confundia critérios biológicos com atributos superficiais. Outros sete alunos apresentaram uma justificativa simplificada, focando na presença de água, oxigênio ou hidrogênio, sem citar explicitamente o conjunto dos elementos CHONPS, o que indica uma compreensão parcial, porém ainda alinhada ao conceito geral de que a vida requer determinados elementos químicos.

Duas respostas foram classificadas como justificativa centrada na semelhança com a Terra ou na ideia de “ter o necessário”, demonstrando que alguns alunos ainda recorrem a raciocínios mais intuitivos, como “porque tem coisas como a Terra” ou “porque parece com a Terra”, sem utilizar os critérios bioquímicos apresentados em aula. Além disso, três alunos responderam apenas “Planeta X”, sem apresentar qualquer justificativa.

De forma geral, a comparação dos dados do pós-teste com os do pré-teste indicam que a intervenção pedagógica foi eficaz em promover avanços expressivos na compreensão dos alunos sobre a Química da Vida. Houve uma redução significativa das respostas vagas, das concepções alternativas e das respostas desconexas, além de um aumento consistente na mobilização de critérios científicos, especialmente no que diz respeito ao entendimento sobre a função da água, à diferenciação dos elementos químicos e à aplicação dos critérios bioquímicos em situações-problema, como a análise dos planetas fictícios. Ainda assim, os dados também revelam que parte dos alunos permanece utilizando raciocínios baseados no senso comum ou em generalizações, especialmente quando se trata de articular os conceitos aprendidos em justificativas mais elaboradas. Isso indica que, embora a aprendizagem tenha avançado, a consolidação dos conceitos da Química da Vida exige continuidade no trabalho pedagógico, com retomadas, aprofundamentos e uso de estratégias didáticas que favoreçam a transposição do conhecimento teórico para diferentes contextos e situações-problema.

4.2.3 Análise integrada: triangulação dos dados do pré e pós-teste e diário de campo

A triangulação dos dados obtidos nas análises do pré-teste, do pós-teste e das anotações no diário de campo permite compreender, de forma mais ampla, os processos de aprendizagem e as concepções dos alunos sobre a Química da Vida. De maneira geral, os dados revelam que os alunos chegaram à aula com conhecimentos bastante fragmentados,

especialmente sobre a estrutura da matéria, os elementos químicos e sua relação com os seres vivos.

As anotações no diário de campo corroboram diretamente o que foi evidenciado nas análises do pré-teste, especialmente no que diz respeito às lacunas conceituais básicas sobre a estrutura atômica. Durante a problematização inicial, surgiram questionamentos espontâneos que revelaram a dificuldade dos alunos em compreender conceitos fundamentais, como a origem dos átomos e sua permanência no tempo. As perguntas sobre se os átomos deixam de existir quando morremos, ou sobre a idade de um átomo presente no corpo, ilustram claramente que esses conceitos nunca haviam sido profundamente problematizados em sua trajetória escolar. Isso se alinha ao alto índice de respostas vagas ou equivocadas na questão do pré-teste que perguntava sobre as partes que formam um átomo, na qual predominam descrições imprecisas e concepções espontâneas. O próprio processo de realização do pré-teste gerou, segundo as observações de campo, um ambiente de debate e reflexão intensa, com debates entre grupos de alunos, no qual os alunos demonstraram surpresa e até desconforto com os questionamentos propostos, indicando que esses temas, apesar de fundamentais, eram novidade para eles nesse nível de profundidade.

Por outro lado, tanto os registros em sala quanto os dados do pós-teste indicam avanços importantes, especialmente na diferenciação entre os elementos químicos. O conceito de que o número de prótons no núcleo é o que diferencia um elemento de outro, praticamente ausente no pré-teste, aparece com força no pós-teste, assim como justificativas mais alinhadas ao referencial científico na questão sobre a importância da água.

Entretanto, as observações feitas durante a aplicação do pós-teste trazem um dado curioso: ao contrário do pré-teste, que gerou bastante debate, questionamentos e reflexões, o pós-teste foi realizado de maneira muito mais rápida e silenciosa. Isso pode ter, por um lado, refletido um menor engajamento naquele momento, possivelmente pelo cansaço, dispersão e duração da aula. Por outro lado, uma hipótese igualmente plausível é que, após as discussões, esclarecimentos e a própria sistematização realizada durante a aula, as dúvidas que existiam no início haviam sido sanadas, tornando a realização do pós-teste mais rápida justamente por conta da maior segurança dos alunos em relação aos conteúdos, o que não deixa de ser um indicador de aprendizagem e internalização dos conceitos.

As discussões que emergiram espontaneamente durante a aula — como a origem e idade dos átomos, a curiosidade sobre o nome do elemento hélio e até temas extrapolados, como dietas e composição dos alimentos — reforçam que a proposta gerou interesse genuíno, além de conexões entre os conceitos científicos e o cotidiano dos alunos. Esse movimento

dialoga diretamente com os avanços registrados nas respostas do pós-teste, ainda que algumas dificuldades persistam, como ficou evidente na classificação de elementos como cálcio e ferro, que continuam sendo confundidos com elementos estruturais da vida, quando, na verdade, possuem funções biológicas específicas, mas não fazem parte da base quantitativa representada pelos CHONPS.

De modo geral, essa análise integrada evidencia que, embora a intervenção tenha promovido avanços consistentes na compreensão dos alunos sobre a Química da Vida, o processo de construção do conhecimento científico é contínuo e demanda tempo, retomadas e aprofundamento. Ainda assim, os dados indicam que a aula foi bem-sucedida em provocar reflexão, questionamento e na ampliação dos repertórios conceituais dos estudantes, aproximando-os da linguagem e do pensamento científico.

4.3 Análise da Aula 6 — A conquista do Espaço

A aula 6 teve como objetivo explorar, de forma mais direta e específica, a habilidade EF09CI16 da BNCC, que propõe que os estudantes sejam "capazes de selecionar argumentos sobre a possibilidade de sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, características dos planetas e distâncias e tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares" (Brasil, 2018, p. 351). Após a problematização inicial envolvendo manchetes de revistas comentando missões espaciais e uma breve discussão, os estudantes responderam a um pré-teste com 5 perguntas abertas, cujas respostas serviram como ponto de partida para a análise de suas concepções iniciais.

Após esse levantamento, foi realizada uma aula expositiva-dialogada por meio de slides sobre a história da exploração espacial, abordando marcos como a missão Voyager, Sputnik e Apollo 11 e os desafios enfrentados pelos seres humanos para conquistar o espaço. Esse momento serviu para introduzir as barreiras físicas, biológicas e tecnológicas associadas à colonização espacial. Para ilustrar de forma concreta um dos obstáculos mais relevantes — a imensa distância entre os corpos celestes, como destacado na própria habilidade da BNCC — os alunos participaram de uma dinâmica prática no pátio da escola: a simulação do sistema solar em escala, utilizando a proporção de 1 Unidade Astronômica (UA) = 1 metro, permitindo que os alunos compreendessem espacialmente a distribuição e afastamento entre os planetas.

Ao final da aula, os alunos responderam ao pós-teste, com questões semelhantes ao pré-teste, a fim de permitir a comparação das respostas. Todas as respostas foram analisadas

por meio da análise de conteúdo segundo Bardin (2011), a partir da categorização temática das unidades de registro, com codificação mista (uma mesma resposta podendo ser enquadrada em mais de uma categoria, quando pertinente). As próximas subseções apresentam os resultados dessa análise, separados entre pré e pós-teste, com foco nas concepções expressas pelos alunos, suas justificativas, repertórios e possíveis avanços em termos de articulação conceitual e argumentativa.

4.3.1 Pré-teste aula 6

O pré-teste aplicado antes da atividade teve como objetivo identificar as concepções prévias da turma a respeito da possibilidade de colonização espacial, bem como mapear os fatores que os alunos consideravam essenciais para essa conquista. A análise categorial, realizada revelou uma ampla presença de visões céticas ou pouco fundamentadas, embora também tenham emergido falas com maior elaboração ou uso de repertório científico, ainda que fragmentado conforme o Quadro 8.

Quadro 8 – Categorização das concepções dos alunos sobre colonização espacial (Pré-teste – Aula 6)

Questão	Categoria consolidada	Subcategoria/ Descrição	Ocorrências	Exemplos de respostas
Você acredita que um dia os seres humanos poderão viver em outro planeta (que não a Terra)? Por quê?	Otimismo absoluto/ tecnocêntrico		7	“Sim, porque ha possibilidades com muitos estudos que haverá vida em outro planeta” (A3) “Sim, acredito que há algum planeta que possamos viver, porque acho que com estudos encontramos” (E15)
	Otimismo condicional		4	“Sim, podemos tendo água alimento e oxigenio podemos abitar outro lugar” (A4) “Sim. se ele conseguirem ter oxigenio” (A5)
	Ceticismo absoluto		10	“Não há nenhum planeta no nosso sistema solar que possa sustentar a

				vida como conhecemos na terra” (A7) “Não, nossa espécie é especificamente adaptada pra terra.” (E2)
	Não sabe/Não respondeu		1	“Não sei.” (A12) “Não sei.” (E10)
Quais desafios você acha que os cientistas precisam superar para tornar isso possível?	Ambientais e fisiológicos	clima, radiação, adaptação do corpo	12	“Muitos estudos e testes se o corpo humano está preparado” (A3) “Achar “coisas” básicas para sobreviver nos planetas, como água, terra fértil, oxigênio e etc.” (E15)
	Tecnológicos	transporte, construção de abrigos, cultivo	5	“a velocidade das naves” (A12) “Eu acho que um bom começo seria tentar criar algum tipo de gravidade simulada.” (E2)
	Ausência de resposta ou respostas vagas	Não respondeu, não sabe, respostas indefinidas e sem critérios	8	“Estudos” (A22) “Não sei.” (A24)
	Nenhum	Nenhum desafio porque é impossível	1	“nenhum por que é impossível” (A8)
Na sua opinião, qual planeta do Sistema Solar seria mais fácil de colonizar? Por quê?	Marte como opção principal		15	“Marte porque o planeta com maiores condições de habitabilidade do Sistema Solar” (A7) “Marte pois seria o planeta mais fácil de colonizar” (A11)
	Outros (Vênus, Europa, etc.)		1	“Vênus, e não tem um motivo, eu acho interessante embora não saiba muito sobre esse planeta.” (E15)
	Nenhum planeta é		7	“na minha opinião

	habitável/não sabe			nenhum planeta é abtavel” (A12) “Por enquanto nenhum” (A22)
Que tipo de tecnologia você acha que seria essencial para viver fora da Terra?	Tecnologias de locomoção e comunicação		3	“antenas, satélites e telescópios” (E3) “Acredito que algum tipo de locomoção, uma “nave” gigantesca para morar” (E15)
	Tecnologias de suporte à vida		10	“água, comida e oxigênio” (A15) “Tecnologia para gerar ou ajudar a produzir comida” (A32)
	Tecnologias energéticas		2	“Energia1” (A4 e A5)
	Não respondeu/Não sabe		5	“não sei” (A8)
	Respostas sofisticadas		2	“proteção contra a radiação para proteger contra a radiação solar e cósmica, e produção de alimentos para o sistemas cultivar alimentos em ambientes fechados ou com recursos limitados como hidroponia aeroponia ou impressão 3D” (A11) “Gravidade simulada, embora conseguimos nos manter fora da terra os nossos corpos jamais serão adaptados a baixa gravidade” (E2)
	Tecnologias de proteção e infraestrutura		3	“algum tipo de domo” (E4) “Foguetes, e redomas de oxigenio” (E6)

Que parte da população você acredita que teria acesso a essa colonização? Explique sua opinião.	Acesso exclusivo a ricos/poderosos	bilionários, países como EUA, elite	16	“bilionários, famosos políticos” (A8) “o acesso à colonização era restrita principalmente a grupos com poder econômico e político, como a nobreza, a burguesia e representantes do Estado” (A11)
	EUA em específico		2	“Os americanos pois estao estudando a mais tempo e eles são um dos unicos tem “poderes” para irem” (A4) “Estados unidos, por que é os que tem mais dinheiro” (A26)
	Indefinição/não sabe/Não respondeu		2	(A25; E3)

Fonte: Autoria própria.

Em relação à possibilidade de vida fora da Terra, a maioria das respostas manifestou ceticismo absoluto (10 ocorrências), argumentando que não há nenhum planeta que sustente a vida como a conhecemos ou que a espécie humana é biologicamente adaptada à Terra. Outras respostas demonstraram otimismo condicionado à presença de elementos básicos, como água e oxigênio (4 ocorrências), ou confiança irrestrita no avanço tecnológico (7 ocorrências), constituindo o grupo tecnocêntrico. Uma pequena parcela não soube responder.

Sobre os desafios percebidos para a colonização, a categoria mais recorrente foi a de desafios ambientais e fisiológicos (12 ocorrências), com menções à radiação, à adaptação corporal e à ausência de recursos básicos como oxigênio e vegetação. A seguir, apareceram desafios tecnológicos (5 ocorrências), incluindo velocidade das naves, gravidade artificial e necessidade de estudo de longo prazo. No entanto, 8 respostas foram vagas ou apresentaram ausência de critérios, o que evidencia um repertório incipiente em parte da turma.

Na pergunta sobre qual planeta do sistema solar seria mais fácil de colonizar, houve amplo predomínio de Marte como resposta (15 ocorrências), mesmo em casos em que a justificativa não era claramente articulada. Isso reforça que há um imaginário popular

consolidado em torno da ideia de colonização marciana — alimentado por projetos como os da SpaceX e representações na mídia — que antecede a formação científica formal. Apenas um aluno mencionou outro planeta (Vênus), e sete responderam que nenhum planeta é habitável.Essa resposta, embora inicialmente possa parecer fruto de ceticismo absoluto, pode também estar relacionada ao conteúdo da aula 5, na qual foram explorados em profundidade os oito planetas do sistema solar, com destaque para as características inóspitas de cada um — como as temperaturas extremas de Vênus e Mercúrio, a composição gasosa de Júpiter e Saturno, ou as pressões atmosféricas letais de Netuno. Assim, é possível que esses alunos, ao internalizarem as informações da aula anterior, tenham respondido com mais realismo científico do que pessimismo, reconhecendo que nenhum dos planetas do sistema solar oferece, em seu estado natural, condições realmente adequadas à vida humana.

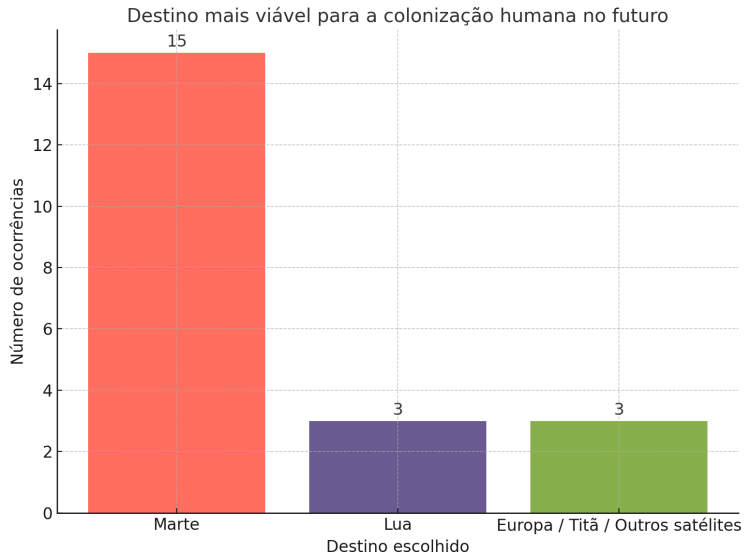
Ao se tratar de tecnologias essenciais para viver fora da Terra, a maioria dos estudantes mencionou tecnologias de suporte à vida (10 ocorrências), como sistemas para fornecer água, comida e oxigênio. Três respostas fizeram menção a tecnologias de locomoção e comunicação (foguetes, satélites), e outras três a tecnologias de proteção e infraestrutura, como domos pressurizados. Duas respostas apresentaram repertório mais avançado, com menções a hidroponia, radiação cósmica e impressão 3D, que foram categorizadas como "respostas sofisticadas". Ainda assim, cinco alunos não souberam responder ou deram respostas muito vagas, como “inteligência”.

Por fim, ao serem questionados sobre quem teria acesso à colonização espacial, a imensa maioria expressou uma visão crítica: 16 respostas afirmaram que apenas ricos, bilionários ou países poderosos teriam acesso, o que revela uma percepção clara sobre desigualdade no acesso à ciência e tecnologia. Dois alunos citaram diretamente os Estados Unidos como exemplo de nação com vantagens econômicas e tecnológicas.

4.3.2 Pós-teste aula 6

O pós-teste foi aplicado logo após a dinâmica do sistema solar em escala e teve como objetivo verificar eventuais mudanças nas concepções dos alunos a respeito da possibilidade de vida humana fora da Terra. Ele foi composto por quatro questões, sendo uma delas fechada: "Qual dos planetas ou luas abaixo você acredita ser mais viável para a colonização humana no futuro?", cujas alternativas eram Marte, Vênus, Europa, Lua e Titã. As respostas dessa questão encontram-se sintetizadas na Figura 6.

Figura 6 – Destinos considerados mais viáveis para colonização humana segundo os estudantes (Pós-teste – Aula 6)



Fonte: Autoria própria.

Em seguida, a pergunta 2 (aberta) solicitava que os alunos explicassem sua escolha anterior, enquanto as perguntas 3 e 4 abordavam, respectivamente, se todos os países ou pessoas teriam acesso igual à colonização espacial e quais seriam os principais desafios para a vida fora da Terra. As respostas dessas três questões abertas foram organizadas e analisadas conforme a categorização apresentada no Quadro 8.

Quadro 9 – Categorização das concepções dos alunos sobre colonização espacial (Pós-teste – Aula 6)

Questão	Categoria consolidada	Subcategoria/ Descrição	Ocorrências	Exemplos de respostas
Explique sua escolha anterior.	Justificativa baseada em características astrobiológicas		12	"Por causa da gravidade e pode ter presença de água e outros recursos" (A5) "É um dos lugares com mais chances de encontrar vida. Algumas observações mostram que pode haver um oceano abaixo do gelo" (A25)
	Justificativa baseada em distância/proximidade		3	"devido à sua proximidade da terra presença de Gelo e a possibilidade de ter tido um passado mais habitável"

				(A7) “Marte Por causa da distância e é o planeta mais parecido com a terra” (A15)
	Justificativa baseada em presença humana anterior ou projeto atual		6	“Já levamos um robô para lá levar alguém não seria tão difícil, claro que é complicado mas já que um robô foi um humano bem equipado também iria” (A8) “Porque foi onde um ser humano conseguiu chegar” (A24)
	Justificativa mal elaborada ou ausente		4	“Europa é uma lua com agua então com uma terra formação” (E2) “Porque a probalida sobrevive em marte” (E3)
	Justificativa baseada na Mídia		3	“Eu escolhi marte pois o Elon Musk já pretende levar a humanidade para marte” (A32) “Baseado no filme perdido em marte” (E6)
Na sua opinião, quais os principais desafios que a humanidade enfrentaria ao tentar viver fora da Terra?	Desafios ambientais e fisiológicos	radiação, falta de oxigênio, temperatura, pressão, falta de vegetação, saúde mental.	17	“Falta de suprimentos e falta de vegetação se adaptar ao clima levar as pessoas ter contato com a terra” (A8) “Literalmente todos, desde a ideia de autosustento, distância ou até a gravidez” (E2)

	Desafios tecnológicos e logísticos	viajar até lá, levar suprimentos, construir habitat, gravidade.	6	“a necessidade de desenvolver tecnologias avançadas para viajar a grandes distâncias e proteger os seres humanos em ambientes espaciais hostis como a radiação” (A7) “O tempo de viagem para fora da terra e as coisas que podem acontecer no caminho para lá” (E1)
	Ausência de resposta ou resposta vaga		4	“Temperatura, horário (tempo), habitação” (A22) “Mudança de temperatura e tempo” (A24)

Fonte: Autoria própria.

De maneira geral, os dados do pós-teste indicam uma melhor articulação dos fatores necessários à colonização humana fora da Terra. O número de justificativas com base em características astrobiológicas reais, como a presença (suposta) de água, composição atmosférica e temperatura, aumentou para 12 ocorrências, sugerindo um avanço no repertório conceitual e no uso de argumentos com maior ancoragem científica por parte dos estudantes.

Chamou atenção também o número de alunos que justificaram suas respostas com base em presença humana anterior (como a missão Apollo 11) ou em projetos espaciais atuais, como o envio de sondas e rovers a Marte (6 ocorrências). Essas menções estão possivelmente ligadas de forma direta ao conteúdo da aula 6, cujo segundo momento pedagógico abordou precisamente a história da conquista espacial pela humanidade, incluindo marcos como Sputnik, as sondas Voyager e a missão Apollo 11. Ao relembrar essas iniciativas em aula, os alunos puderam ativar esse repertório no momento da resposta ao pós-teste, mostrando que essas referências foram de fato apropriadas no processo de aprendizagem. Além disso, 3 respostas mencionaram explicitamente produtos da cultura midiática, como os projetos de Elon Musk e o filme Perdido em Marte. Esses dados abrem espaço para refletir sobre o papel tanto da divulgação científica quanto da cultura pop na construção do imaginário científico dos estudantes.

Em relação aos desafios para viver fora da Terra, as respostas tornaram-se mais complexas. A categoria de desafios ambientais e fisiológicos manteve-se como a mais frequente (17 ocorrências), mas houve também crescimento na menção a desafios tecnológicos e logísticos (6 ocorrências), demonstrando que os alunos passaram a considerar a viagem espacial em si como uma barreira — o que sugere algum efeito da atividade de escala de distâncias realizada no pátio da escola. Ainda assim, quatro respostas foram vagas ou incompletas.

De modo geral, a análise dos dados da aula 6 indica que, embora parte do repertório conceitual já estivesse presente no pré-teste, a atividade contribuiu para aprofundar e reorganizar esse repertório, além de permitir maior articulação entre conceitos físicos, fisiológicos e sociais. A análise de conteúdo, com codificação categorial das respostas, revelou avanços pontuais, especialmente na forma como os alunos justificam suas escolhas e reconhecem os limites da vida humana em outros corpos celestes.

4.2.3 Análise integrada: triangulação dos dados do pré e pós-teste e diário de campo

A triangulação dos dados referentes à aula 6 foi realizada com base na análise de conteúdo do pré e pós-testes, conforme apresentado nas seções anteriores, e nas observações registradas no diário de campo. Ainda que os registros dessa aula tenham sido mais sucintos em comparação aos de aulas anteriores, algumas anotações permitiram corroborar interpretações emergentes nos testes, especialmente no que diz respeito à apropriação de vocabulário técnico e à incorporação de referências midiáticas e históricas à exploração espacial.

Durante a discussão inicial sobre as manchetes jornalísticas — como as missões dos rovers Curiosity e Perseverance —, foi possível observar um grande engajamento dos alunos, com várias perguntas sendo feitas sobre como os robôs funcionavam, o que exatamente haviam descoberto, e quais tecnologias estavam envolvidas. Essa curiosidade espontânea parece ter sido um gatilho importante para a retomada de ideias no pós-teste, como evidenciado pelas respostas que mencionam, por exemplo, o envio de robôs a Marte como justificativa para a viabilidade de colonização. Esse dado qualitativo se alinha diretamente à presença da categoria "presença humana anterior ou projeto atual", identificada em 6 ocorrências nas respostas abertas do pós-teste.

Além disso, há anotações no diário que indicam que os alunos demonstraram surpresa e até frustração ao se darem conta, durante a aula expositiva, de como a maioria dos planetas é

inóspita, o que reforça a hipótese de que as respostas do tipo “nenhum planeta é habitável” no pré-teste (e mesmo em parte do pós-teste) não devem ser lidas apenas como ceticismo genérico, mas também como reflexo de um realismo científico recém-incorporado após o contato mais aprofundado com os dados planetários na aula 5.

Durante a dinâmica no pátio, alguns registros mencionam que os alunos verbalizavam espanto com as distâncias entre os planetas, dizendo frases como “tá muito longe”, “a nave ia demorar muito”, ou “não dá pra voltar fácil”. Esses comentários informais — ainda que não tenham aparecido de forma recorrente nas respostas escritas — ajudam a sustentar a interpretação de que a atividade promoveu uma vivência concreta do conceito de distância astronômica, mesmo que isso não tenha sido articulado explicitamente por escrito no pós-teste.

Por fim, o diário aponta que, ao longo da atividade, diversos alunos citaram espontaneamente o Elon Musk, os EUA e filmes de ficção científica, o que reforça a leitura de que a mídia e a cultura pop são fontes ativas na formação do imaginário espacial dos estudantes. Essas menções se alinham às categorias "justificativa baseada na mídia" e "acesso restrito a ricos ou potências", que apareceram em várias respostas do pós-teste. Assim, ainda que nem todos os conceitos científicos tenham sido plenamente assimilados, é possível afirmar que a aula 6 contribuiu para a ampliação do repertório discursivo e para a complexificação dos argumentos apresentados pelos alunos.

4.4 Análise das Aulas 1 e 8

Esta seção tem como objetivo analisar os dados produzidos nas aulas 1 e 8 da sequência didática, cujos instrumentos de coleta foram elaborados de forma complementar. Na aula 1, os alunos participaram de uma atividade diagnóstica composta por quatro questões abertas: (1) Você acredita na existência de vida extraterrestre? Por quê?; (2) Faça um desenho de como você acredita que seria uma forma de vida fora da Terra; (3) Quais condições você acha que são necessárias para que a vida possa surgir e se desenvolver em outro planeta? Por quê?; e (4) Você acredita que é possível que seres humanos habitem outros planetas no futuro?. Essa atividade teve como função mapear concepções iniciais sobre vida extraterrestre, tanto no plano das ideias quanto no plano simbólico-representacional.

Já na aula 8, ao final da unidade, os alunos foram convidados a criar uma forma de vida alienígena utilizando os conhecimentos desenvolvidos ao longo da sequência didática — que incluiu conteúdos de sistema solar, condições físico-químicas necessárias à vida, biologia

e química dos seres vivos, além de discussões sobre habitabilidade e exploração espacial. A produção dessa nova representação foi utilizada como pós-teste, permitindo a comparação direta com os desenhos feitos na aula 1.

A análise que se segue baseia-se no pressuposto de que o modo como os alunos representam visualmente seres alienígenas pode revelar a permanência ou a desconstrução de visões antropocêntricas de vida, sendo o grau de antropomorfismo dos desenhos o principal indicador investigado. Assim, esta etapa da pesquisa visa testar a hipótese de que a sequência didática foi eficaz em ampliar os referenciais biológicos e físico-químicos dos estudantes, promovendo uma compreensão mais diversa e menos centrada no modelo humano de vida. As subseções a seguir apresentam e comparam os dados levantados nos dois momentos, destacando possíveis deslocamentos conceituais e simbólicos nos modos de imaginar o que é "vida".

4.4.1 Pré-teste aula 1 - Existe vida fora da Terra?

A análise das respostas dos alunos às questões abertas do pré-teste da aula 1 permitiu mapear concepções iniciais sobre vida extraterrestre, seus possíveis formatos e as condições julgadas necessárias para sua existência. As respostas foram categorizadas segundo a análise de conteúdo de Bardin, conforme apresentado no Quadro 10 (respostas textuais) e no Quadro 11 (representações gráficas).

Quadro 10 – Categorização das concepções sobre vida extraterrestre nas respostas escritas (Pré-teste – Aula 1)

Questão	Categoria consolidada	Subcategoria/ Descrição	Ocorrências	Exemplos de respostas
Você acredita na existência de vida extraterrestre? Por quê?	Crença afirmativa com base na imensidão do universo	Acredita que existe vida fora da Terra porque o universo é grande demais para estarmos sozinhos.	10	"Sim, não tenho ideia do que possa ter causado a vida na terra, mas independente do que seja, na vastidão do universo é difícil de acreditar que tal evento seja único." (A7) "Sim, porque o universo é enorme demais para existir apenas seres humanos" (A24)
	Crença afirmativa com base em	Acredita por já ter visto algo estranho ou por influência de	2	"Sim, pois ja vi algumas aparições sem explicação e pesquisando mais vi

	experiências pessoais ou relatos culturais	crenças populares.		que se relacionava a aliens” (A3) “Acredito, porque a vida fora da terra moram astronautas e entre outros” (A11)
	Crença afirmativa com base em raciocínio lógico ou científico	Acredita com base em argumentos racionais ou científicos, como número de planetas ou leis de probabilidade.	2	“Sim, há muitos planetas que podem existir algum ser e planetas que humanos ainda não foram.” (E1) “Eu acredito, o nosso universo é muito extenso, sem contar que existem muitas galaxias, matematicamente falando, existe.” (E2)
	Crença cética (negação)	Não acredita que exista vida fora da Terra e afirma isso com segurança.	3	“Não, porque é impossivel ter vida, mas seria uma teoria interessante.” (A9) “Não” (A26)
	Ceticismo parcial/posição intermediária	Não tem certeza, é indiferente, ou diz que pode até existir, mas não acredita.	4	“Eu não acredito mas pode existir, a chance nunca é 0%.” (A8) “Mais ou menos, tem alguns estudos, mas nada confirmado” (E15)
Quais condições você acha que são necessárias para que a vida possa surgir e se desenvolver em outro planeta? Por quê?	Condições baseadas na vida como a conhecemos (modelo terrestre)	Menciona elementos da vida na Terra como água, oxigênio, clima.	7	“oxigênio e um clima bom, porque é isso que seres vivos precisam para viver.” (A25) “Água e atmosfera afinal as coisas são basicamente o que nos criou, provavelmente isso se aplica a outros tipos de vida” (E2)
	Condições Antropocêntricas	Consideram apenas as necessidades para seres humanos surgirem ou habitarem fora da Terra.	9	“Acho necessário comidas, agua, bebida, alguns agasalhos, entre outros. Porque eu acho essas coisas muito necessárias para a sobrevivencias!” (A11) “E necessário ter oxigenio, ser um bom lugar para cultivar alimentos, ter agua e muitas outras condições que são necessarias para a nossa sobrevivencia” (E10)

	Crença na possibilidade de outras formas de vida com condições diferentes	Reconhece que a vida extraterrestre pode não seguir as mesmas regras da vida terrestre.	2	“vegetação, iria ter uma evolução, tipo inceto, mas acho difícil algo do tipo.” (A9) “Para a vida |humana| precisamos de muitas condições específicas mas para uma tal vida extraterrestre pode ser totalmente diferente do que achamos.” (A18)
	Crenças vagas ou imprecisas	Usa termos soltos como "estrutura", "coisas básicas", "exploração", sem explicar bem.	3	“Exploração, porque poderíamos estudar e descobrir o que é necessário.” (A24) “Tecnologia e oxigênio” (A32)
	Ausência de resposta / não sabe	Responde “não sei” ou deixa a questão em branco.	1	“Não sei” (A4)
Você acredita que é possível que seres humanos habitem outros planetas no futuro?	Crença afirmativa com base em avanço tecnológico	Acredita que será possível habitar outros planetas graças ao avanço da ciência e da tecnologia.	4	“Sim, pois alguns estão estudando essa possibilidade, e a principio tem sim como morar em outros planetas.” (A3) “talvez, a tecnologia pode avançar em níveis inimagináveis ao ponto disso ser possível” (A26)
	Crença afirmativa sem justificativa clara	Acredita que sim, mas sem apresentar argumentos ou explicações.	9	“Sim eu acredito que poderão viver em outros planetas no futuro” (A4) “Acho que sim, seria bem interessante.” (A11)
	Crença negativa baseada em dificuldades físicas ou científicas	Não acredita porque acha que é fisicamente, biologicamente ou cientificamente impossível.	2	“Não, mas se caso o planeta tiver uma atmosfera habitavel é possível, e oxigênio.” (A9) “Eu acho muito improvável, porque a terra e quase perfeitamente calculada pra podermos viver, encontrar outro planeta com atmosfera, placas tectonicas, agua liquida, rochoso e que esteja na zona habitavel da sua estrela e quase impossivel por isso acho muito improvavel, mas não e impossivel” (E2)

	Crença negativa com argumento ético ou ecológico	Não acredita porque acha que deveríamos cuidar da Terra primeiro ou que o planeta acabará antes.	2	“Acredito que não, antes de “terraformarmos” outros planetas precisamos ajudar nosso mundo azul e salvar a terra.” (A18) “Não, eu acho que o mundo vai acabar antes disso.” (A25)
	Crença negativa sem justificativa clara	Acredita que não, mas sem apresentar argumentos ou explicações.	3	“Não” (A7 e A8)
	Ceticismo moderado / postura condicional	Considera que pode ser possível no futuro, mas depende de condições específicas.	4	“Não, mas se caso o planeta tiver uma atmosfera habitavel é possível, e oxigênio.” (A9)

Fonte: Autoria própria.

Na primeira questão — “Você acredita na existência de vida extraterrestre? Por quê?” — observou-se um predomínio de crenças afirmativas (14 ocorrências), sendo a maioria embasada na imensidão do universo (10 ocorrências), com justificativas como “o universo é muito grande para estarmos sozinhos”. Esse tipo de argumentação revela uma percepção intuitiva, porém válida, baseada em escala e probabilidade, ainda que nem sempre articulada de forma científica. Outras respostas afirmativas apoiaram-se em experiências pessoais ou elementos da cultura popular (2 ocorrências), e em raciocínios lógico-científicos (2 ocorrências), como o grande número de planetas ou a falta de conhecimento completo sobre o cosmos. Em contrapartida, foram registradas 3 respostas céticas (negação direta da existência de vida extraterrestre) e 4 posições intermediárias, em que os alunos demonstram incerteza ou mantêm uma crença parcial (“pode existir, mas não acredito”).

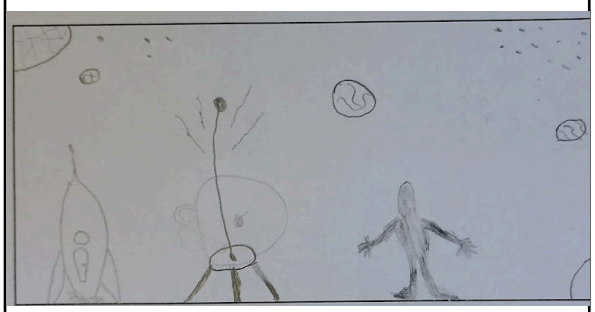
Na terceira questão — “Quais condições você acha que são necessárias para que a vida possa surgir e se desenvolver em outro planeta?” — predominam visões antropocêntricas. A maioria dos alunos (9 ocorrências) descreveu condições especificamente humanas, como “comidas, bebidas, agasalhos, oxigênio e água” como essenciais, o que indica uma tendência a imaginar apenas a vida humana sendo possível fora da Terra, ignorando possibilidades alternativas de formas de vida. Outros 7 alunos apresentaram respostas baseadas na vida como a conhecemos, mencionando elementos centrais como água, oxigênio e clima estável, o que representa uma ampliação leve do horizonte, mas ainda restrita ao modelo terrestre. Apenas 2 alunos indicaram uma visão mais flexível, reconhecendo a possibilidade de vida com

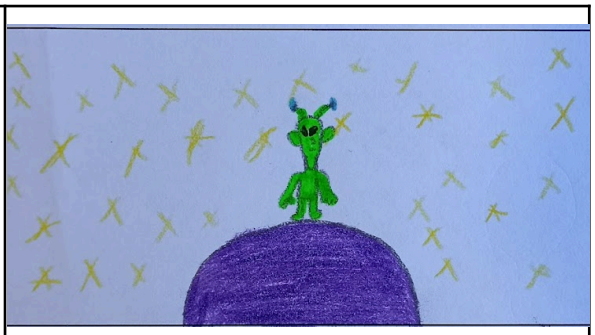
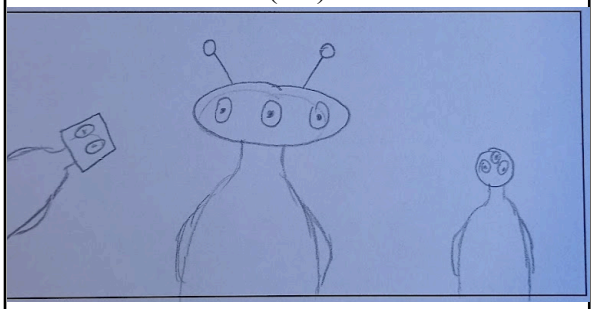
requisitos diferentes dos nossos, embora com hesitação (“pode ser diferente do que achamos”). Foram ainda registradas 3 respostas vagas e 1 ausência de resposta.

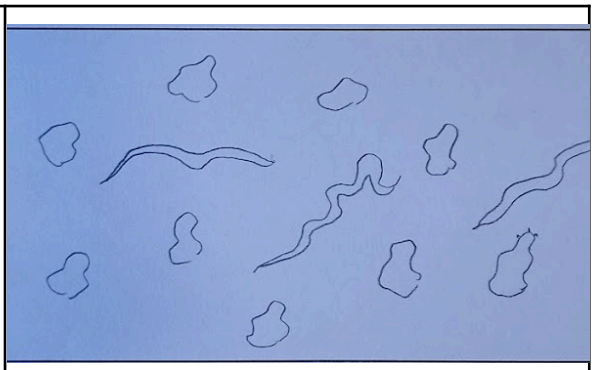
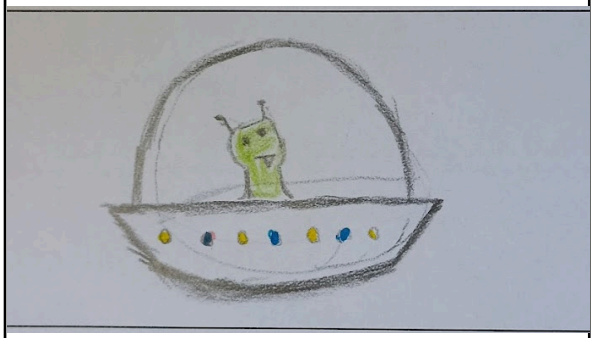
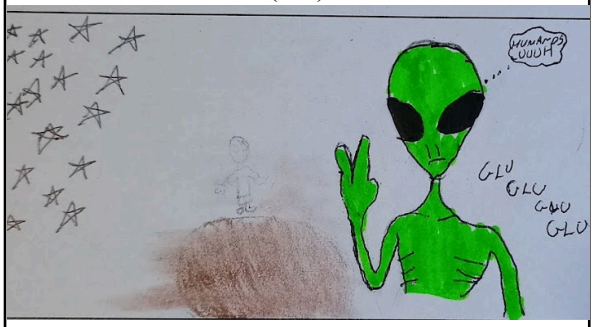
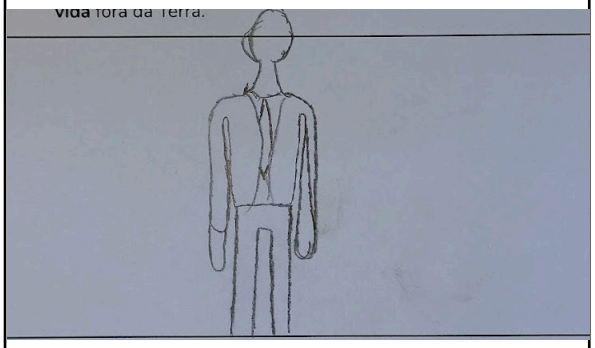
Na quarta pergunta — “Você acredita que é possível que seres humanos habitem outros planetas no futuro?” — as respostas se distribuíram entre crenças afirmativas com e sem justificativas (13 ocorrências no total), e negações motivadas por fatores físicos, ecológicos ou éticos (7 ocorrências). Destaca-se que muitos alunos (9 ocorrências) afirmaram acreditar que será possível habitar outros planetas, mas sem apresentar argumentos concretos, o que aponta mais para uma fé no progresso do que para compreensão das dificuldades envolvidas. Em contraste, 4 alunos demonstraram ceticismo condicional, reconhecendo que a viabilidade dependeria de condições muito específicas, como atmosfera, temperatura e tecnologia altamente desenvolvida.

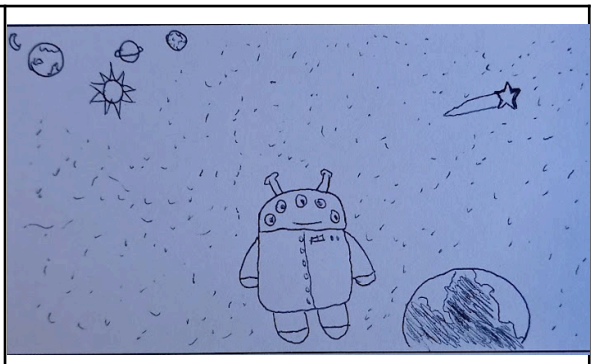
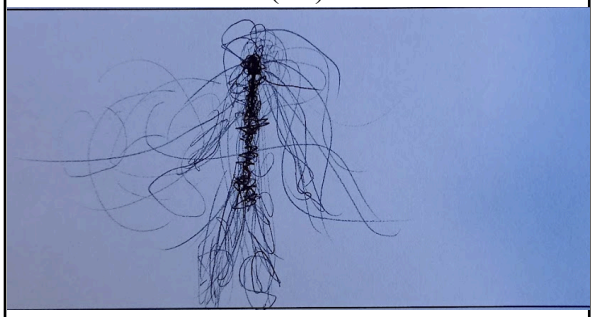
A análise dos desenhos dos seres alienígenas — apresentados como resposta à segunda pergunta — está sistematizada no Quadro 10, com foco no grau de antropomorfismo e em elementos culturais representados. A maior parte dos desenhos (12 ocorrências) foi classificada como apresentando antropomorfismo parcial, isto é, criaturas com cabeças, braços, bocas e olhos, mas com variações estéticas ou simbólicas (cores, número de olhos, proporções). Outros 7 alunos representaram figuras com antropomorfismo completo, ou seja, seres essencialmente humanos em forma e postura. Apenas 3 desenhos foram classificados como não antropomórficos, com formas amebóides ou sem traços reconhecíveis como humanos.

Quadro 11 – Categorização dos desenhos dos alunos sobre vida extraterrestre (Pré-teste – Aula 6)

Categoria	Subcategoria/ Descrição	Ocorrências	Exemplos de respostas
Grau de antropomorfismo	Antropomorfismo completo	7	 (A3)

			 (A15)
	Antropomorfismo parcial	12	 (A7)  (A24)
	Morfologia não antropomórfica	2	 (A11)

			 (A18)
Referências culturais e estereótipos midiáticos	Estereótipos clássicos (ETs verdes, discos voadores, “cinzentos” etc.)	13	 (A5)  (A12)
	Referências específicas a personagens da mídia	4	 (A4)

			 (A25)
	Originalidade/ausência de referências reconhecíveis	5	 (E2)  (E6)

Fonte: Autoria própria.

Em relação aos elementos culturais e estereótipos, 13 desenhos incorporaram estereótipos clássicos da mídia, como ETs verdes, discos voadores, olhos ovais negros e naves em forma de domo. Outros 4 apresentaram referências explícitas a personagens da cultura pop, como Toy Story, Slenderman e figuras híbridas conhecidas. Apenas 5 desenhos mostraram originalidade ou ausência de referência clara, sugerindo esforço imaginativo ou concepção própria do aluno.

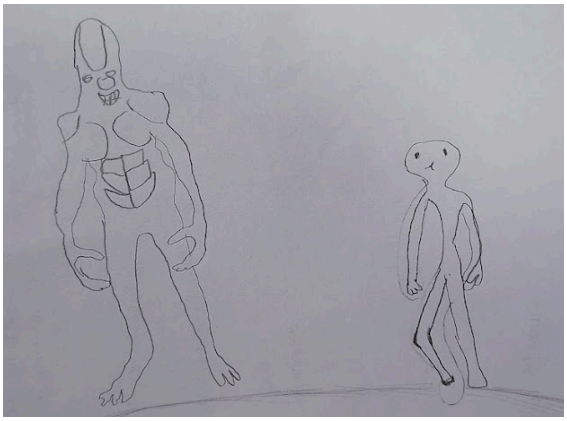
Esses dados indicam que, no início da sequência didática, a maioria dos alunos imaginava a vida extraterrestre em moldes essencialmente humanos, tanto em termos morfológicos quanto nas condições de existência, com forte influência da cultura midiática e do modelo terrestre de vida. A análise do pós-teste da aula 8 permitirá avaliar se essas concepções foram tensionadas e ressignificadas ao longo da SD.

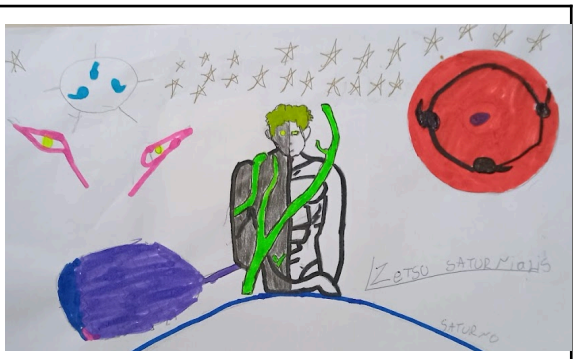
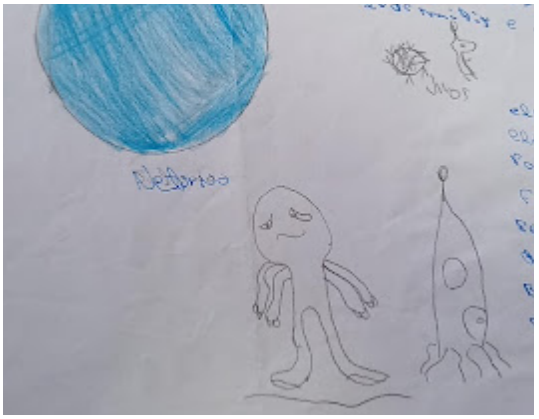
4.4.2 Pós-teste aula 8 - Aula Síntese

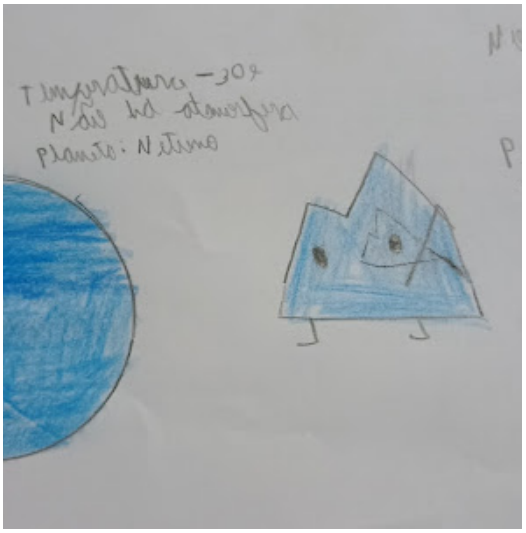
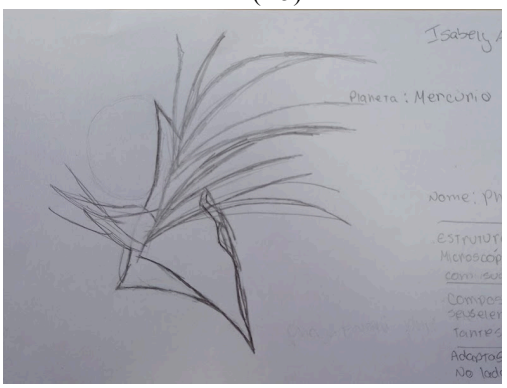
A aula 8 teve como objetivo integrar os conhecimentos desenvolvidos ao longo da sequência didática por meio de uma atividade criativa e avaliativa. Os estudantes foram convidados a criar uma nova forma de vida alienígena, adaptada a um planeta ou lua do Sistema Solar, justificando suas características com base nas condições ambientais desse ambiente. A atividade funcionou como pós-teste final e permitiu verificar tanto a consolidação conceitual quanto a eventual reformulação simbólica e representacional em relação ao que foi produzido no pré-teste da aula 1.

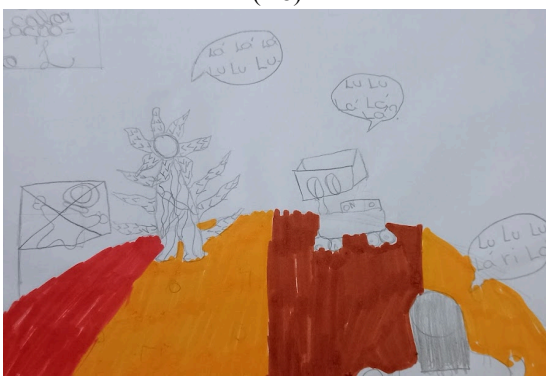
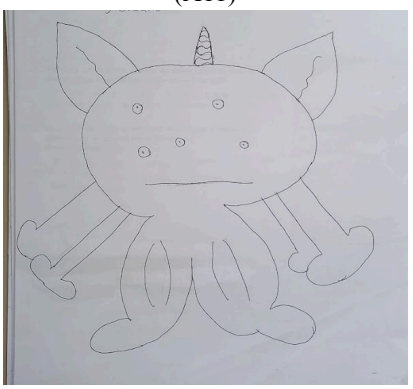
A análise dos desenhos foi conduzida com base nas mesmas categorias principais utilizadas no pré-teste: (1) grau de antropomorfismo e (2) presença de estereótipos culturais e midiáticos. A manutenção dessas categorias garantiu a comparabilidade entre os dois momentos avaliativos, permitindo identificar deslocamentos conceituais e simbólicos ocorridos ao longo da sequência. Conforme mostrado no Quadro 12, os resultados indicam uma mudança significativa no padrão de representação.

Quadro 12 – Análise do grau de antropomorfismo e estereótipos culturais nos desenhos (Pós-teste – Aula 8)

Categoria	Subcategoria/ Descrição	Ocorrências	Exemplos de respostas
Grau de antropomorfismo	Antropomorfismo completo	2	 (A4)

			 (A12)
	Antropomorfismo parcial	7	 (A3)  (E6)

	Morfologia não antropomórfica	12	 (A5)  (E10)
Referências culturais e estereótipos midiáticos	Estereótipos clássicos (ETs verdes, discos voadores, "cinzentos" etc.)	1	 (A9)

	Referências específicas a personagens da mídia	3	 (A8)  (A22)
	Originalidade/ausência de referências reconhecíveis	17	 (A11)  (E1)

Fonte: Autoria própria.

Enquanto no pré-teste predominavam as figuras com antropomorfismo parcial (12 ocorrências) ou completo (7 ocorrências), no pós-teste da aula 8 a maioria dos estudantes produziu desenhos classificados como não antropomórficos (12 ocorrências). Apenas dois alunos mantiveram representações com antropomorfismo completo, e sete ainda recorreram a traços parcialmente humanóides, como olhos ou simetria bípede, mas com adaptações visíveis ao ambiente proposto. Esse dado sugere uma redução importante na tendência de projetar o corpo humano como modelo universal de vida, indicando maior abertura à diversidade morfológica e à concepção de formas de vida não humanas.

No que diz respeito à influência de estereótipos culturais e midiáticos, observa-se uma ausência quase total dessas referências no pós-teste. Apenas um aluno utilizou clichês visuais clássicos (como "ETs verdes" ou cabeças ovais), e apenas três ocorrências diretas de personagens da cultura pop foram registradas. Em contraste, 16 dos desenhos analisados apresentaram formas originais e não reconhecíveis como derivadas de referências culturais externas, o que representa um aumento expressivo na autonomia simbólica e criativa dos estudantes em relação ao pré-teste.

A análise das descrições escritas (Quadro 13) corrobora os resultados dos desenhos e permite observar outros aspectos conceituais importantes. Em primeiro lugar, mais da metade dos alunos (13 ocorrências) apresentaram seres com adaptações plausíveis ao ambiente planetário, como proteção contra temperaturas extremas, vida subterrânea para escapar da radiação ou fotossíntese em ambientes com presença de luz solar. Além disso, 9 alunos mobilizaram critérios científicos específicos para justificar as adaptações, mencionando composição química, uso de energia geotérmica ou processos como quimiossíntese. Seis estudantes empregaram vocabulário técnico de forma adequada, mesmo que com simplificações ou imprecisões, indicando uma aproximação com os termos discutidos em sala.

Quadro 13 – Categorias de análise das descrições dos organismos fictícios criados pelos alunos (Pós-teste – Aula 8)

Categoria	Descrição	Ocorrências	Exemplos de respostas
Adaptação ambiental plausível	A criatura apresenta alguma adaptação coerente com as condições do planeta (temperatura, radiação, atmosfera etc.)	13	"forma de cristal pra aguentar a temperatura" (A7); "vive embaixo da terra para fugir do calor" (A18); "resistência ao frio extremo" (A24)

Uso de critérios científicos específicos	O aluno menciona conceitos científicos de forma direta ou funcional, como quimiossíntese, composição química, radiação	9	“converte metano, hidrogênio e amônia em energia” (A24); “faz quimiossíntese” (A4, A11); “sódio e carbono” (E10)
Vocabulário técnico científico	Uso de termos técnicos vinculados à biologia, química ou astronomia	6	“cristais líquidos”, “quimiossíntese atmosférica”, “elementos como metano e etano” (A24); “fotossíntese” (A22, E10)
Antropomorfismo funcional	A criatura tem comportamentos ou órgãos com funções humanas (fala, dormir, contar horas, emoções)	4	“chifre conta as horas e detecta a hora de dormir” (E1); “usa tentáculos para enforcar” (E3); “orelhas grandes para caçar” (E1)
Antropomorfismo morfológico	A criatura possui estrutura corporal semelhante à humana, mesmo que modificada	7	“tem braços e asas” (E6); “tem 4 braços e duas pernas” (A15); “pernas atrás da cabeça” (E1)
Originalidade e abstração	Apresenta formas de vida não baseadas em modelos da cultura pop ou estereótipos	15	“pele que nem cristal de gelo” (A5); “condutores de cristais líquidos” (A24); “vida microscópica com asas” (E10)
Sem descrição	Não há descrição escrita ou ela está ausente/incompleta	2	A26, A32

Fonte: Autoria própria.

Observou-se também uma queda significativa no antropomorfismo funcional, com apenas 4 ocorrências claras de comportamentos ou atributos humanos atribuídos aos seres criados (como "contar as horas" ou "usar chifres para dormir"). Essa redução reforça o deslocamento de uma visão centrada no humano para uma abordagem mais voltada à

adaptação ecológica e funcional, ainda que expressa por meio de recursos narrativos e imagéticos.

De modo geral, os dados analisados sugerem indícios de ampliação das concepções de vida por parte dos estudantes deste caso específico, tanto no plano conceitual quanto simbólico. Houve uma redução clara no uso de modelos antropocêntricos, uma maior diversidade morfológica e uma progressiva incorporação de princípios adaptativos. A comparação com os dados do pré-teste da aula 1 indica que, ao longo da intervenção, os estudantes foram capazes de deslocar-se de representações intuitivas e culturalmente influenciadas para formas de pensar mais abertas, fundamentadas na relação entre vida e ambiente físico-químico, ainda que em estágios iniciais de formalização conceitual.

4.4.3 Análise integrada: triangulação com os registros de diário de campo

A triangulação entre os dados visuais, textuais e observacionais permite reforçar interpretações obtidas nas análises anteriores, contextualizando exceções e nuances importantes. Embora os registros sistemáticos de diário tenham sido pontuais ao longo da aplicação, anotações feitas na aula 8 permitem aproximar dados de desempenho com aspectos comportamentais e atitudinais observados em sala.

Como discutido nas seções anteriores, a maioria dos estudantes apresentou representações e descrições que se afastaram de modelos antropomórficos e estereotipados, indicando apropriação de critérios científicos e simbólicos mais compatíveis com o conteúdo trabalhado. No entanto, alguns alunos ainda recorreram a figuras derivadas da cultura pop, como alienígenas com traços de personagens do Ben 10 ou de anime, mesmo após a intervenção.

As anotações feitas no diário de campo na aula 8 sugerem que esses mesmos alunos apresentaram menor engajamento inicial na atividade proposta, dedicando tempo a desenhar personagens de animes ou conversar entre si sobre outros assuntos antes de iniciar a produção. Esse comportamento pode indicar que, para esses estudantes, a atividade foi vivenciada inicialmente como um espaço de livre criação gráfica, mais próximo do repertório cultural cotidiano do que do referencial científico mobilizado ao longo da sequência.

Essa triangulação permite levantar a hipótese de que a permanência de traços culturais nas representações desses alunos não decorre unicamente de uma resistência conceitual, mas pode estar relacionada a diferentes níveis de envolvimento com a tarefa ou de compreensão dos objetivos da proposta. Ainda que a atividade tenha permitido expressar criatividade, a

orientação para justificação científica não foi igualmente incorporada por todos, o que é coerente com os limites naturais de uma intervenção de curta duração em um contexto escolar heterogêneo.

4.5 Considerações gerais sobre os resultados e discussão

A análise dos dados coletados ao longo da sequência didática evidencia transformações relevantes nas concepções dos estudantes sobre o fenômeno da vida, particularmente no que se refere ao abandono de critérios antropocêntricos e à incorporação gradual de referenciais científicos mais amplos e interdisciplinares. Essas transformações não ocorreram de maneira pontual, mas se configuraram como um processo progressivo, identificado tanto na aula-síntese (aula 8) quanto nos testes diagnósticos intermediários das aulas 2, 4 e 6, os quais foram estruturados para acompanhar a evolução conceitual ao longo dos três módulos da sequência. Essa progressão está alinhada à perspectiva de Ausubel (2003), segundo a qual a aprendizagem significativa é um processo contínuo, em que novas ideias se relacionam com os conhecimentos já existentes, transformando-os gradualmente.

Nas aulas 1 e 2, por exemplo, identificou-se um ponto de partida centrado em concepções espontâneas, ainda fortemente marcadas por atributos humanos como sentimentos, inteligência ou aparência humanoide. À medida que a sequência avançava, os dados dos pós-testes passaram a refletir uma apropriação mais consistente de elementos próprios das ciências naturais, com menções a compostos químicos, fontes alternativas de energia e adaptações morfológicas plausíveis para ambientes extraterrestres. Essa transição entre a visão inicial, fortemente antropocêntrica, e uma compreensão mais sistêmica e contextualizada do fenômeno da vida pode ser interpretada como um indício de mudança conceitual (POSNER et al., 1982), na qual o estudante reconhece as limitações de seus modelos explicativos iniciais e passa a construir explicações mais próximas dos referenciais científicos.

Observa-se, neste processo, um movimento de reformulação simbólica que indica a apropriação parcial dos referenciais científicos mobilizados ao longo da sequência. Essa reformulação parece ter sido favorecida por uma abordagem pautada em contextos significativos, tal como propõe Ausubel (2003): a aprendizagem significativa ocorre quando novas ideias são relacionadas a conhecimentos já existentes, ancorando-se nos chamados subsunçores. A escolha da astrobiologia como eixo temático potencializou essa dinâmica, funcionando como um elo entre as concepções intuitivas dos estudantes (muitas vezes

influenciadas por filmes, séries ou notícias de exploração espacial) e os conceitos científicos debatidos nas atividades.

Esse movimento também revela a prevalência desses obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1996) nos testes iniciais, evidenciados, por exemplo, quando os alunos recorriam a analogias centradas na vida terrestre ou humana para justificar a existência de vida em outros planetas. A proposta didática, ao provocar conflitos cognitivos por meio de situações-limite (vírus, robôs e seres fictícios), contribuiu para que esses obstáculos fossem problematizados, permitindo o avanço para concepções menos centradas no humano. Esse tipo de estratégia está em consonância com Vigotski (2009), que enfatiza a necessidade de mediação para que os conceitos espontâneos sejam reorganizados em direção aos conceitos científicos, transformando o modo como o estudante interpreta a realidade.

Essa tensão entre cultura popular e conhecimento escolar revelou-se produtiva: as discussões sobre vida em outros planetas ativaram um imaginário fortemente moldado por narrativas da mídia, como evidenciado em referências a Elon Musk, Marte ou figuras alienígenas da ficção, de forma que o imaginário midiático participa da construção das representações espontâneas dos estudantes. Ao invés de rejeitar esses repertórios culturais, a proposta da sequência buscou mobilizá-los criticamente, convidando os alunos a deslocarem suas interpretações de senso comum para explicações fundamentadas em critérios científicos.

Essa mobilização do imaginário permitiu também colocar em foco um dos principais obstáculos epistemológicos à aprendizagem de conceitos científicos no campo da biologia: o antropocentrismo. Conforme já indicava Bachelard (1996), superar os limites da experiência imediata exige romper com o hábito de tomar o humano como medida de todas as coisas. Ao desafiar os estudantes a imaginar formas de vida não baseadas na estrutura corporal ou no comportamento humano, a sequência favoreceu a construção de novos modelos mentais, mais próximos da linguagem e dos princípios das ciências da vida.

Esse deslocamento simbólico e conceitual é evidenciado nos resultados do pós-teste da aula 8, que revelaram uma redução significativa de representações antropomórficas e um aumento nas justificativas que recorriam a critérios científicos para explicar a viabilidade da vida em ambientes extraterrestres. A presença de seres com estruturas corporais não humanoides, metabolismos alternativos e adaptações plausíveis ao ambiente sugere, em parte, a eficácia da proposta didática. Essa mudança também pode ser compreendida à luz da teoria da mudança conceitual, segundo a qual o estudante precisa reconhecer o valor explicativo de novos modelos para substituir ou ajustar suas concepções anteriores (POSNER et al., 1982).

Ao articular imaginação, ciência e linguagem, a atividade de criação de organismos adaptados revelou-se potente do ponto de vista pedagógico. Tal articulação favoreceu uma aprendizagem com sentido, como propõe Willingham (2009), ao permitir que os estudantes projetassem conhecimentos em contextos abertos, acionando criatividade e raciocínio lógico em simultâneo. A interdisciplinaridade da proposta ampliou ainda mais essa potência formativa, fornecendo um terreno fértil para a alfabetização científica e para a compreensão sistêmica do conceito de vida.

Embora nem todos os estudantes tenham se apropriado plenamente do vocabulário técnico ou dos critérios científicos mais formais, foi possível identificar o início de uma mudança no modo de pensar a vida: ela começa a deixar de ser vista exclusivamente sob a ótica humana e passa a ser compreendida como um fenômeno adaptável, múltiplo e condicionado ao meio. Tal movimento reflete não apenas uma mudança no vocabulário utilizado pelos estudantes, mas uma reorganização progressiva da forma como eles compreendem e aplicam os conceitos científicos. Pozo e Crespo (2009) destacam que a apropriação conceitual ocorre em diferentes níveis, oscilando entre o saber declarar — quando o estudante é capaz de enunciar definições ou reproduzir informações — e o saber aplicar — quando ele consegue utilizar esse conhecimento de maneira funcional para interpretar situações novas ou resolver problemas. Isso indica que houve não apenas memorização, mas uma reestruturação do conhecimento, ainda que parcial, em direção a um pensamento mais científico.

Entretanto, os dados também evidenciam que vários estudantes se encontravam em um estágio intermediário de compreensão, no qual explicações intuitivas e científicas coexistiam e, por vezes, se entrelaçavam. Esse fenômeno foi amplamente descrito por Vosniadou e Brewer (1992), que demonstram que a construção de novos modelos conceituais não substitui de forma abrupta as concepções anteriores, mas se dá por meio de um processo de hibridização e reinterpretação. Isso explica, por exemplo, a persistência de traços antropomórficos em alguns desenhos ou descrições, mesmo quando acompanhados por justificativas científicas mais sofisticadas. Essa convivência de ideias divergentes não deve ser entendida como um fracasso da aprendizagem, mas como parte natural da transição entre diferentes formas de explicar o mundo. Nesse sentido, as produções dos alunos revelam uma zona de transição conceitual, onde os referenciais do senso comum ainda não foram completamente superados, mas já estão sendo tensionados e reorganizados à luz dos novos conhecimentos apresentados ao longo da sequência didática.

A análise das produções estudantis, discutida nesta dissertação, sugere que o antropocentrismo inicial funcionou, ao mesmo tempo, como motor e obstáculo. Ele despertou o interesse dos estudantes — que se engajaram ao imaginar alienígenas "parecidos com a gente" —, mas também revelou distorções conceituais, como a associação equivocada entre "ter sentimentos" e "ser vivo". A proposta didática, ao introduzir atividades baseadas em argumentação e classificação de entidades-limite, criou conflitos cognitivos produtivos, levando os alunos a revisar seus critérios e a incorporar gradualmente conceitos científicos mais amplos, como metabolismo, organização celular e adaptação ao ambiente.

Portanto, trabalhar com o antropocentrismo não significa eliminá-lo, mas redirecioná-lo. Em vez de rejeitar essa estrutura intuitiva, o ensino pode utilizá-la como uma etapa inicial de aproximação, desde que haja um movimento intencional para desconstruir suas distorções e ampliar a perspectiva dos estudantes. A astrobiologia se destaca nesse processo, pois lida com perguntas abertas e cenários desafiadores que tornam as explicações antropocêntricas insuficientes, exigindo uma postura investigativa, crítica e interdisciplinar.

Mesmo diante de um cenário marcado por limitações materiais e estruturais, os resultados obtidos demonstram que é possível promover aprendizagens significativas (Ausubel, 2003) e transformações conceituais por meio de propostas contextualizadas e interdisciplinares, conectadas aos interesses dos alunos. A astrobiologia mostrou-se especialmente adequada para isso, pois, além de seu apelo motivador, favoreceu o desenvolvimento da argumentação, da criatividade e da reflexão crítica. Assim, os objetivos da pesquisa foram contemplados: identificaram-se as concepções iniciais, observaram-se transformações simbólicas e conceituais, e a capacidade argumentativa foi mobilizada.

Essas questõesindicam que a sequência didática funcionou como um espaço de mediação entre o senso comum e o conhecimento científico, permitindo que os estudantes transitassem entre suas concepções intuitivas e os conceitos discutidos em aula por meio de situações problematizadoras e discussões mediadas. Esse processo não se restringiu à transmissão de conteúdos, mas envolveu a valorização dos repertórios culturais dos alunos (como suas referências midiáticas e experiências pessoais), utilizando-os como ponto de partida para a problematização e ressignificação. Nesse contexto, a sequência didática analisada pode ser vista como uma "ponte cultural", nos termos de Aikenhead (2006), conectando o mundo cotidiano dos estudantes ao mundo científico sem desconsiderar a bagagem cultural que eles trazem. Ao estimular a interação entre saberes espontâneos, narrativas populares e conceitos científicos, a proposta criou oportunidades para que os estudantes reconstruíssem seus modelos explicativos, rompendo gradualmente com visões

antropocêntricas e aproximando-se de explicações fundamentadas em critérios científicos. Essa articulação crítica entre cultura, linguagem e ciência resultou em um ambiente de aprendizagem mais significativo, contextualizado e coerente com as teorias contemporâneas de ensino de ciências.

Finalmente, destaca-se o potencial formativo de temas como a astrobiologia no Ensino Fundamental, não apenas por seu apelo interdisciplinar, mas por sua capacidade de colocar em pauta debates filosóficos, éticos e epistemológicos sobre o que significa "vida". De forma geral, os resultados do pós-teste apontam para uma maior incorporação de critérios científicos explícitos e para o recuo parcial das concepções antropocêntricas iniciais. Ao mesmo tempo, a permanência de justificativas vagas ou centradas na subjetividade humana demonstra que o processo de construção conceitual está em curso, o que é coerente com a complexidade do tema e com a ideia de que a aprendizagem é um movimento contínuo de transformação (VIGOTSKI, 2009; POSNER et al., 1982). Considerando o caráter exploratório e qualitativo deste estudo, tais resultados devem ser interpretados como indícios de transformação conceitual, mais do que como evidências conclusivas de uma aprendizagem plenamente consolidada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa partiu de uma pergunta simples, mas profundamente provocadora: De que modo uma Sequência Didática (SD), estruturada a partir da astrobiologia, pode contribuir para a aprendizagem de conceitos científicos e para a reformulação de concepções prévias alternativas sobre vida extraterrestre entre estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental? Ao longo da construção e aplicação da sequência didática, buscou-se mais do que promover a memorização de conteúdos; desejou-se provocar um deslocamento no modo como os alunos compreendem o fenômeno da vida, ampliando suas referências além do humano e além da Terra.

Os resultados apontam para indícios consistentes de que esse deslocamento começou a acontecer: ainda que de forma parcial e heterogênea, muitos estudantes passaram a mobilizar critérios científicos para justificar a possibilidade de vida em outros ambientes, afastando-se de explicações centradas exclusivamente em emoções, aparência ou comportamentos humanos. Também foi possível observar uma redução expressiva de representações estereotipadas e antropomórficas, o que indica uma reconfiguração simbólica em direção a modelos mais próximos do discurso científico escolar.

Mais do que um conteúdo em si, a astrobiologia revelou-se uma poderosa ferramenta pedagógica para o ensino de Ciências. Seu caráter interdisciplinar e especulativo permite costurar temas que, no currículo tradicional, costumam ser apresentados de forma fragmentada: atmosfera e metabolismo, pressão e célula, molécula orgânica e habitabilidade. Ao propor uma sequência de aulas que convida os alunos a pensar em vida fora da Terra, criamos também a oportunidade de que eles repensem as condições da vida na Terra — e, com isso, seu próprio lugar no cosmos.

Essa articulação entre Ciência e reflexão ética está longe de ser um mero efeito colateral. Como defendem Galante et al. (2016), a busca por vida fora da Terra não é apenas uma curiosidade científica, mas um espelho que nos força a encarar nossas escolhas como civilização. Estamos modificando o clima da Terra, extinguindo espécies e alterando a composição da nossa atmosfera. A ausência de sinais de vida no Universo — o grande silêncio cósmico — nos devolve a responsabilidade: somos, até onde sabemos, os únicos agentes conscientes capazes de agir sobre o destino do planeta. Nesse sentido, a astrobiologia aproxima-se de campos como a educação ambiental, a ecologia e a bioética, abrindo espaço para uma educação científica crítica e comprometida com o futuro.

Por isso, o potencial formativo da sequência didática aqui proposta vai além do domínio de conteúdos disciplinares. Trata-se de uma proposta de introdução às Ciências como campo integrado e integrador, capaz de articular Biologia, Química, Física e Astronomia em torno de perguntas genuínas, que mobilizam tanto o raciocínio lógico quanto a imaginação, tanto a linguagem simbólica quanto a argumentação. O desafio assumido foi o de apresentar aos alunos uma visão menos compartimentalizada do saber científico, destacando suas interfaces com outros campos do conhecimento como a Filosofia, a Arte, a Cultura Pop e as Ciências Humanas — territórios que constituem o cotidiano dos estudantes e que, portanto, não podem ser ignorados.

Entende-se, entretanto, que toda proposta didática é idealizada, e que sua aplicação concreta nas escolas envolve adaptações, imprevistos e escolhas docentes. A sequência apresentada neste trabalho não pretende ser prescritiva, mas sim inspiradora: o professor pode (e deve) reconfigurá-la, estendê-la ou aprofundá-la conforme as necessidades da sua turma, os tempos escolares e os objetivos de aprendizagem em jogo. Por se tratar de um estudo de caso com delineamento pré-experimental, os resultados aqui apresentados não são generalizáveis, mas apontam caminhos viáveis para a criação de propostas semelhantes em outros contextos educacionais.

Os limites do trabalho também precisam ser reconhecidos. O tempo reduzido de aplicação, a ausência de grupo controle e a diversidade de engajamento dos estudantes são fatores que condicionam os resultados. Ainda assim, os dados sugerem que a astrobiologia pode ser utilizada de forma eficaz não apenas como tema motivador, mas como estrutura organizadora do currículo de Ciências da Natureza, favorecendo a construção de conhecimentos articulados, contextualizados e potencialmente significativos.

Como toda experiência educativa autêntica, esta pesquisa deixa mais perguntas do que respostas. Que outros temas contemporâneos poderiam cumprir o mesmo papel integrador da astrobiologia? Como aprofundar, em futuras intervenções, os conceitos abordados sem perder o vínculo com o contexto dos alunos? De que forma o ensino de Ciências pode contribuir para formar sujeitos capazes de compreender, criticar e transformar o mundo em que vivem?

Responder a essas questões exigirá continuidade, escuta sensível e disposição para experimentar. Mas se este trabalho tiver servido para mostrar que é possível ensinar Ciências de forma interdisciplinar, crítica, conectada com os interesses juvenis e com o mundo real — acredito então que ele já terá cumprido sua missão.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, Glen S. **Science education for everyday life: evidence-based practice**. New York: Teachers College Press, 2006.

ANDRÉ, Marli. O que é um estudo de caso qualitativo em educação. **Revista da FAAEBA: Educação e Contemporaneidade**, p. 95-103, 2013.

ARAÚJO, Denise Lino de. O que é (e como faz) sequência didática?. **Entrepalavras,** v. 3, n. 1, p. 322-334, 2013.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Plátano, 2003.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 1977. 288 p.

BHATTACHERJEE, Debopam et al. Gearing up for the 21st century space race. In: **Proceedings of the 17th ACM Workshop on Hot Topics in Networks,** 2018. p. 113-119.

BLUMBERG, Baruch S. The NASA Astrobiology Institute: early history and organization. **Astrobiology**, v. 3, n. 3, p. 463-470, 2003.

BOHLMANN, Ulrike M.; BÜRGER, Moritz JF. Anthropomorphism in the search for extra-terrestrial intelligence–The limits of cognition?. **Acta Astronautica**, v. 143, p. 163-168, 2018.

BRAGA, Graciely Rocha; JOSÉ, Wagner Duarte. Articulações entre Teoria da Flexibilidade Cognitiva e os Três Momentos Pedagógicos: confecção e análise de um material didático na estrutura fractal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 84-107, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais**. Brasília. MEC/SEMTEC. 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do EF** – ciências naturais. Brasília. MEC/SEMTEC. 1998.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Bases Legais**. Brasília. MEC/SEMTEC. 2000.

BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna?. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.

BUTRICA, Andrew J. Reusable launch vehicles or expendable launch vehicles? a perennial debate. **Critical Issues in the history of spaceflight**, 2006.

CABRAL, Natanael Freitas. **Sequências didáticas:** estrutura e elaboração. Belém: SBEM-PA, 2017.

CAMARGO, Wagner Mendonça; BOSSLE, Rafael Zanoni. Sequência didática: o lúdico como ferramenta de auxílio ao ensino de matemática. **ANAIS DA MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO CESUCA**, n. 10, p. 486-500, 2016.

CARLOS, Jairo Gonçalves. Interdisciplinaridade: o que é isso. **Interdisciplinaridade no Ensino Médio: desafios e potencialidades**, 2009.

CASSITA, Danielle. Elon Musk diz que foguete Starship pousará em Marte antes de 2030. **CanalTech,** 23 de Março de 2021. Disponível em: <https://canaltech.com.br/espaco/elon-musk-diz-que-foguete-starship-pousara-em-marte-antes-de-2030-181201/> Acesso em: 11 de mar. de 2022.

CASTRO, Amélia Domingues de et al (Ed.). **Didática para a escola de 1º e 2º graus.** São Paulo: Pioneira, p. 49-55, 1976.

CHEFER, C.; OLIVEIRA, A. L. Astrobiologia: concepções de licenciandos do curso de Ciências Biológicas e a identificação de conceitos no currículo do curso e em livros didáticos de Ciências. **Interfaces da Educação**, v. 9, n. 26, p. 179-205, 2018.

CHEVALLARD, Y. La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado. La Pensée Sauvage, Argentina, 1991.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de ciências:** fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DES MARAIS, David J. et al. The NASA astrobiology roadmap. **Astrobiology**, v. 8, n. 4, p. 715-730, 2008.

DOLZ, J.; SCHNEUWLY, B. Gêneros e progressão em expressão oral e escrita. Elementos para reflexões sobre uma experiência suíça (francófona). **In: Gêneros Orais e escritos na escola**. Campinas, São Paulo: Mercado de Letras, 2004.

FAZENDA, Ivani (Org.). **Didática e interdisciplinaridade.** Papirus Editora, 2017.

FERGUSSON, J.; OLIVER, C.; WALTER, M. Astrobiology outreach and the nature of Science: the role of creativity. **Journal of Astrobiolgy**, 2012.

FERNANDEZ, Ray. **SpaceX Mars City: What We Know About SpaceX's Plans.** 26 de fev. de 2022. Disponível em: <https://screenrant.com/spacex-mars-city-explained-plans/>. Acesso em: 11 de mar. de 2022.

FLICK, Uwe. **Desenho da pesquisa qualitativa.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa.** Porto Alegre: Bookman, 2004.

FRIAÇA, A. C. S.; PACHECO, E. Janot. Life in the Cosmic Context. An Astrobiology Course as an Experiment in Transdisciplinarity. **Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica**, v. 44, p. 127, 2014.

GALANTE, Douglas et al (org.). **Astrobiologia:** uma ciência emergente [ebook]. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Tikinet, Edição: IAG/USP, 2016. Disponível em: https://www.iag.usp.br/astronomia/sites/default/files/astrobiologia.pdf. Acesso em: 26, jul. 2021.

GHEDIN, Evandro; FRANCO, Maria Amélia Santoro. **Questões de método na construção da pesquisa em educação.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

GILBERT, John K.; BOULTER, Carolyn; ELMER, Richard. **Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education**. In: GILBERT, J. K.; BOULTER, C. (ed.). Developing Models in Science Education. Dordrecht: Springer, 2000.

GLEISER, Marcelo. **A dança do universo:** dos mitos de criação ao Big-Bang. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2012.

HARMAN, Pamela K.; DEVORE, Edna K. Astrobiology as a Context for High School Science: Teachers' Professional Development. In: **Bioastronomy 2007: Molecules, Microbes and Extraterrestrial Life.** 2009. p. 463.

HORVATH, Jorge Ernesto. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

JADEJISKIL, R. R.; BICALHO, R. Temas geradores e trabalho pedagógico no Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Águia Branca, Espírito Santo. **Rev. Ed. Popular**, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 240-257, maio-ago. 2020.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber.** Rio de Janeiro: Imago, 1976. 220 p.

KLEIN, J. A. **Interdisciplinary Needs: The Current Context.** In: Library Trends, Vol. 45, No. 2, pp. 134-54, 1996.

KLEIN J. **A Taxonomy of Interdisciplinarity**. ln: The Oxford Handbook of Interdisciplinarity. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press; p. 15-30, 2010.

KOBASHIGAWA, Alexandre Hiroshi et al. Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. **IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica.** São Paulo, p. 212-217, 2008.

LENOIR, Y. Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, I.C.A. (org.). **Didática e interdisciplinaridade.** Campinas, Papirus, p. 45-76, 1998.

LIMA, Caio César Silva Silva; SANTOS, Marcelo Soares dos. Astrobiologia como eixo integrador do ensino de Ciências e Biologia: como extraterrestes nos auxiliam no estudo da vida na Terra. In: **CONGRESSO NORDESTINO DE BIÓLOGOS - CONGREBIO,** 2016. Anais do Congresso Nordestino de Biólogos - Congrebio. [S. l.: s. n.], 2016. p. 291. Disponível em: http://congresso.rebibio.net/congrebio2016/trabalhos/pdf/congrebio2016-et-08-004.pdf. Acesso em: 9 set. 2023.

LYONS, T.; QUINN, F. **Choosing science: understanding the declines in senior high school science enrolments.** Armidale, NSW, Australia: University of New England, 2010. (Research report to the Australian Science Teachers Association).

MATOS, Luiz Alves. **Sumário de Didática Geral.** 10 ed. Rio de Janeiro: Gráfica Editora Aurora, 1971.

MENDES, Felipe. **'Colonizar': os planos de Musk para humanos e a fábrica da Tesla em Marte.** Tilt UOL, São Paulo, 15 de out. de 2021. Disponível em:<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2021/10/15/elon-musk-quer-usar-muito-dinheiro-da-starlink-para-levar-vida-a-marte.htm> Acesso em: 11 de mar. de 2022.

MIGNONE, Stefânia Graces. **Astrobiologia como tema motivador do ensino interdisciplinar em Ciências da Natureza:** uma proposta de sequência didática para o ensino fundamental II. 2022. 101 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências da Natureza - Licenciatura, Uma Proposta de Sequência Didática Para O Ensino Fundamental II, Uruguaiana, 2022.

MORIN, Edgar. **Seven complex lessons in education for the future**. Unesco, 2002.

NEITZEL, Clifford Luciano Vinícius. **APLICAÇÃO DA ASTRONOMIA AO ENSINO DE FÍSICA COM ÊNFASE EM ASTROBIOLOGIA.** 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

NIELSON, Catherine A. **Is This About Me?**: Understanding the Impact of Anthropocentrism on Undergraduate Biology Learning. 2023. Tese de Doutorado. Northeastern University.

ORLOVA, Alina; NOGUEIRA, Roberto; CHIMENTI, Paula. The Present and Future of the Space Sector: A Business Ecosystem Approach. **Space Policy**, v. 52, 2020.

PAULINO-LIMA, I. G.; LAGE, C. de A. S. Astrobiologia: definição, aplicações, perspectivas e panorama brasileiro. **Boletim da SAB**, v. 29, n. 1, p. 14-21, 2010.

PEDROSA, I. **Da cor a cor inexistente**. São Paulo: SENAC, 2022.

PEIXOTO, Denis Eduardo. **Astronomia como disciplina integradora para o Ensino de Ciências.** 2018. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

PEIXOTO, Denis Eduardo; KLEINKE, Maurício Urban. A Astrobiologia como alternativa interdisciplinar para o ensino de Astronomia. **V Simpósio Nacional de Educação em Astronomia/V SNEA**, Londrina, PR, 2018.

PEKKANEN, Saadia M. Governing the new space race. **American Journal of International Law**, v. 113, p. 92-97, 2019.

PINHEIRO, M. F. D.; SILVA, J. B. A questão do tema gerador em Paulo Freire: práticas e experimentações em Tracuateua-PA. **Nova Revista Amazônica**, v. IX, n. 01. p. 51-61, mar./2021.

POSNER, George J. et al. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science education, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRESSE, France. Blue Origin, de Jeff Bezos, anuncia planos de lançar estação espacial privada. **G1**, São Paulo, 26 de out. de 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/inovacao/noticia/2021/10/26/blue-origin-de-jeff-bezos-anuncia-planos-de-lancar-estacao-espacial-privada.ghtml> Acesso em: 11 de mar. de 2022.

RAMPELOTTO, Pabulo 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.

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**, 2020.

SAGAN, Carl. **O Mundo Assombrado pelos Demônios:** a ciência vista como uma vela no escuro. 1 ed. Tradução: Rosaura Eichemberg. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SAGAN, Carl. **Cosmos**. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.

SALDANHA, Núria. Caminho para Marte: Por que o homem precisa chegar ao planeta vermelho? **CNN Brasil**, Washington, 3 de maio de 2021. Disponível em:<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/caminho-para-marte-por-que-o-homem-precisa-chegar-ao-planeta-vermelho/> Acesso em: 11 de mar. de 2022.

SANTOS, M. A.; ROSSI, C. M. S. Conhecimentos prévios dos discentes: contribuições para o processo de ensinoaprendizagem baseado em projetos. **Revista Educação Pública**, v. 20, n. 39, p. 1-8, 2020.

SPINARDI, J. I. **Elaboração de Uma Sequência Didática em Astrobiologia Para o Ensino Fundamental 2**. Dissertação (Mestre em Ensino de Astronomia) - Instituto de Astronomia e Geofísica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.

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.

TANAKA, Sérgio de Carvalho. **Uma Proposta do Uso da Astrobiologia como Motivação para o Ensino de Ciências nos Ensinos Fundamental e Médio.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em física) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Física, Fortaleza, 2019.

THIESEN, Juares da Silva. A interdisciplinaridade como um movimento de articulação no processo ensino-aprendizagem. **PerCursos**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 87-102, jan./jun. 2007.

UEMURA, Alan. Cidade em Marte está mais próxima da realidade do que jogar nos simuladores. **UOL: Observatório de Games,** São Paulo, 9 de mar. de 2022. Disponível em: <https://observatoriodegames.uol.com.br/tecnologia/cidade-em-marte-esta-mais-proxima-da-realidade-do-que-jogar-nos-simuladores>. Acesso em: 11, mar. 2022.

VOSNIADOU, Stella; BREWER, William F. Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. **Cognitive Psychology,** v. 24, n. 4, p. 535–585, 1992.

WILINGHAM, Daniel T. Why don't students like school? A cognitive scientist answers questions about how the mind works and what it means for the classroom. San Francisco: Jossey-Bass, 2009.

WUENSCHE, C. A. **FUNDAMENTOS DE ASTROBIOLOGIA AST–416–3**, Aula 1 Introdução, 2019. 52 slides. Disponível em: <http://www.das.inpe.br/~alex/Portugues/Ensino/astrobio/Astrobio-Aula1.pdf>. Acesso em: 15, jun. 2022.

ZABALA, A. **Prática Educativa:** como ensinar. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – A Sequência Didática

AULA 1 – EXISTE VIDA FORA DA TERRA?

Tempo: 2 horas-aula (40 min cada). **Componente Curricular:** Ciências.
Ano: 9º ano.

CONTEÚDO DA AULA:

- Astrobiologia como ciência e a procura por vida extraterrestre;
- A Equação de Drake.

OBJETIVOS DA AULA:

- Introduzir os alunos ao tema da astrobiologia e estimular o pensamento crítico sobre a possibilidade de vida extraterrestre, explorando conceitos fundamentais e levantando questionamentos;
- Conhecer a Equação de Drake;
- Coletar o conhecimento prévio dos alunos sobre vida extraterrestre e suas perspectivas sobre a questão.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS PARA ESTA AULA:

- Noções sobre a localização espacial da Terra no Universo;
- Operações matemáticas básicas e equações simples.

METODOLOGIA:

i. **Problematização inicial (PI):** Primeiramente, inicie a aula mostrando imagens de personagens como o Groot, o vilão Thanos ou a Mantis dos filmes da Marvel, ou até mesmo o próprio Super-Homem e o famoso Mandalorian de Star Wars. Após, pergunte para a turma se conhecem os personagens citados e questione o que estes personagens têm em comum? É esperado que os alunos percebam que a semelhança entre os personagens apresentados é o fato de todos terem nascido fora do planeta Terra e, portanto, podem ser chamados de "alienígenas". A partir disso, pergunte aos alunos "Existe vida fora da Terra?", faça uma votação anotando no quadro quantos alunos acham que sim e quantos acham que não. E então apresente o vídeo A Equação de Drake (e a Busca por Vida Extraterrestre) logo a seguir, com o intuito de instigar a curiosidade dos alunos para esta questão. O vídeo fala sobre a equação de Drake, que trata de uma equação probabilística usada para estimar o número de civilizações potencialmente inteligentes e capazes de se comunicar que podem existir no universo. É preciso que o professor deixe claro para os alunos que a equação não serve a um propósito quantitativo de realmente calcular o número de civilizações, mas sim como forma de estimular o debate e levantar questionamentos sobre o assunto, já que a ciência até então não encontrou nenhum tipo de vida extraterrestre - é preciso que isso fique claro para os alunos, do contrário os mesmos podem pensar que OVNIs e alienígenas de fato existem, e não é isso que desejamos.

ii. **Organização do conhecimento (OC):** Após a apresentação e discussão do vídeo anterior, explique aos alunos como se darão as próximas aulas. Este passo pode ser executado com auxílio do vídeo Descobrimos Vida em Vênus?, que resume a forma como os cientistas procuram por vida fora da Terra. Do contrário, o professor também pode explicar os pontos apresentados no vídeo: Portanto explique que aos alunos que ao buscar por vida fora da Terra, primeiramente os cientistas observam características dos seres vivos que observamos aqui no

nosso planeta e, então, procuram por estas mesmas características em outros lugares. Apresente, então, a programação das próximas aulas: diga que no intuito de demonstrar como os cientistas procuram por vida fora da Terra, as próximas aulas se concentrarão em explorar as várias etapas desse processo. Introduza a estrutura das aulas subsequentes, que abordarão três questões principais:

a. Onde procurar por vida extraterrestre?
b. O que procurar quando buscamos por vida extraterrestre? (Quais sinais e características indicam a presença de vida?)
c. Como procurar? (Que ferramentas os cientistas utilizam em sua busca?)

Também apresente a atividade "Vida Além da Terra" proposta para a Aula 8 para que os alunos tenham tempo de realizá-la, afinal necessitarão dos conhecimentos desenvolvidos em todas as aulas por vir. É, portanto, necessário que os alunos se atentem às próximas aulas para então poderem realizar a atividade final.

iii. **Aplicação do conhecimento (AC):** Para finalizar, entregue aos alunos a Atividade "Fronteiras do Universo - Explorando a Vida Fora da Terra" (Apêndice 1) que contém 4 perguntas a serem respondidas pelos alunos. A partir desta etapa o professor deverá ter uma ideia dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito do tema e também poderá esclarecer os equívocos de compreensão que possam vir a surgir nas respostas da atividade.

RECURSOS:

- Equipamento de áudio e vídeo para reprodução dos vídeos e slides;
- Folhas da atividade "Fronteiras do Universo";
- Slides da aula com as imagens dos personagens.

REFERÊNCIAS

CIÊNCIA TODO DIA. **A Equação de Drake** (e a Busca por Vida Extraterrestre). Youtube, 2014. Disponível em: <https://youtu.be/qkdCgsM46CY>. Acesso em: 16, fev. 2022.

CIÊNCIA TODO DIA. **Descobrimos Vida em Vênus?** Youtube, 2020. Disponível em: <https://youtu.be/c5OIGW51vE0>. Acesso em: 16, fev. 2022.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Atividade: Fronteiras do Universo - Explorando a Vida Fora da Terra.

Atividade: Fronteiras do Universo - Explorando a Vida Fora da Terra

Nome: _____ **Turma:** _____

1. Você acredita na **existência** de vida extraterrestre? Por quê?

2. Faça um desenho de **como você acredita que seria uma forma de vida** fora da Terra.

3. Quais **condições** você acha que são **necessárias** para que a vida possa **surgir** e se desenvolver em outro planeta? Por quê?

4. Você acredita que é possível que seres humanos **habitem outros planetas** no futuro?

Fonte: Autoria própria.

AULA 2 – DEFININDO A VIDA: O QUE É VIDA?

Tempo: 2 horas-aula (40 min cada). **Componente Curricular:** Ciências.
Ano: 9º ano.

CONTEÚDO DA AULA:

- Definição biológica da vida;
- Características de seres vivos e não vivos;

OBJETIVOS DA AULA:

- Construir, em conjunto, uma definição de vida que se assemelhe as definições científicas;
- Examinar as definições de vida aceitas pela comunidade científica;
- Analisar as principais características que definem os seres vivos;
- Refletir criticamente sobre a definição de vida, considerando exemplos que desafiam os critérios biológicos clássicos;
- Aplicar os conceitos discutidos em situações práticas e hipotéticas.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS PARA ESTA AULA:

- Unidade básica da vida - a célula;
- Células Eucarióticas e Procarióticas;

METODOLOGIA:

i. **Problematização inicial:**
   a. Construção do mapa mental: Inicie a aula pedindo que os alunos digam tudo o que associam à palavra "vida". Registre no quadro as palavras e conceitos que surgirem, organizando-os em um mapa mental. Esse momento permitirá que você visualize as concepções prévias dos alunos. Estimule os alunos a refletirem sobre conceitos como "crescimento", "respiração", "movimento", e outros termos que possam surgir. Por fim, entregue aos alunos a atividade do Apêndice 1 para identificar e estimular os alunos a pensarem individualmente sobre as características dos seres vivos que os distinguem dos não vivos.
   b. Após a construção do mapa mental, apresente o artigo da revista *Superinteressante* intitulado "Estudo aponta que vírus são seres vivos, sim, senhor! | Super". Faça uma leitura conjunta dos principais pontos. Levante uma discussão sobre a controvérsia dos vírus: eles se encaixam ou não na definição de seres vivos? Peça aos alunos para relacionarem o que discutiram até agora com os argumentos apresentados no artigo.

ii. **Organização do conhecimento:** Depois de elaborada a definição de vida da turma, prosseguiremos a explorar o que a ciência tem a dizer sobre o tema utilizando o vídeo "O que é vida?" e/ou a leitura do texto adaptado de Rampelotto (2012). A partir daí, relembre cada um dos termos e definições que os alunos mencionaram no mapa mental. Para cada termo, discuta suas limitações e contrapontos. Por exemplo:
   a. Se alguém mencionou "movimento", explique que nem todos os seres vivos se movem (como plantas).
   b. Se mencionaram "respiração", discuta que a respiração celular é mais fundamental do que respirar oxigênio, como no caso das bactérias anaeróbicas.

   Conduza uma breve exposição oral resumindo as principais características dos seres vivos, com base nos conceitos de: Metabolismo, Reprodução, Evolução Darwiniana, Homeostase, Resposta a estímulos, Células e estrutura genética, Crescimento e desenvolvimento. Para cada característica, levante exemplos de exceções e casos-limite (como os vírus) para mostrar a complexidade de definir "vida". Finalize as explicações enfatizando que existem

diversas definições de vida e alguns cientistas eminentes acham mesmo que não é possível defini-la claramente. Como o zoólogo Ernst Mayr, que disse que: "Tentativas foram feitas repetidamente para definir 'vida'. Esses esforços são um tanto fúteis, visto que agora está inteiramente claro que não há uma substância, um objeto ou uma força especial que possa ser identificada à vida". Mayr admite a possibilidade de definir o que ele chama de "processo da vida". Ele diz: "O processo da vida, contudo, pode ser definido. Não há dúvida de que os organismos vivos possuem certos atributos que não são encontrados [...] em objetos inanimados" (AMABIS, MARTHO, 2004).

iii. **Aplicação do conhecimento:** Para finalizar a aula, realize a atividade "Lista de Verificação da Vida" (Apêndice 2):
   a. Entregue aos alunos uma lista de diferentes entidades (exemplo: vírus, bactéria, fogo, cristais de gelo, robô com IA, fungo, embrião, célula vegetal) e peça que eles marquem na "Lista de Verificação da Vida" se cada entidade pode ser considerada viva ou não. Para cada entidade, os alunos devem justificar suas respostas com base nos critérios discutidos em sala (metabolismo, reprodução, homeostase, etc.).
   b. Cada entidade será analisada de acordo com os critérios biológicos estabelecidos, e os alunos terão que argumentar se cada uma delas se encaixa ou não na definição de vida.

RECURSOS:

- Equipamento de áudio e vídeo para reprodução dos vídeos, slides e notícias;
- Lousa para o mapa mental;
- Cópias do artigo da *Superinteressante* sobre os vírus (ou projetor para leitura conjunta);
- Folha com a atividade "Lista de Verificação da Vida" para cada aluno;

REFERÊNCIAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia Moderna.** 2. ed. v. 1. São Paulo: Moderna, 2004.

CIÊNCIA TODO DIA. **O que é vida?** Youtube, 2014. Disponível em: <https://youtu.be/pcUTnE7tpq0>. Acesso em: 16/02/22.

FERNANDES, A. L. Estudo aponta que vírus são seres vivos, sim, senhor! **Superinteressante**, 2015. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/estudo-aponta-que-virus-sao-seres-vivos-sim-senhor/>. Acesso em: 16, fev. 2022.

RAMPELOTTO, Pabulo Henrique. A química da vida como nós não conhecemos. **Química Nova,** v. 35, p. 1619-1627, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Atividade: Lista de Verificação da Vida - conhecimentos prévios.

Atividade: Lista de Verificação da Vida

Nome: _____ **Turma:** _____

📌 **Instruções:**
Para cada questão abaixo, responda com suas próprias palavras. Não se preocupe com respostas certas ou erradas. Queremos entender como você pensa sobre o que significa estar vivo!

1. **Para cada item abaixo, marque se você acha que é um ser vivo ou não e justifique sua resposta.**

Entidade	É um ser vivo?	**Justificativa** (Explique com base nas características da vida)
Vírus	☐ Sim ☐ Não	
Bactéria	☐ Sim ☐ Não	
Fogo	☐ Sim ☐ Não	
Robô com Inteligência Artificial	☐ Sim ☐ Não	

2. **O que é essencial para algo ser vivo?**
   Imagine que um cientista encontrou um novo organismo em outro planeta. Ele quer saber se é um ser vivo ou não. O que ele deve observar para decidir? Escolha **três** critérios abaixo e explique sua escolha.
   ☐ Se ele se move
   ☐ Se ele cresce
   ☐ Se ele responde a estímulos
   ☐ Se ele se reproduz
   ☐ Se ele tem células
   ☐ Outros: _____

3. 💬 **Explique por que escolheu esses critérios:**

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE 2 - Atividade: Lista de Verificação da Vida.

Atividade: Lista de Verificação da Vida

Nome: _____ **Turma:** _____

Instruções:

Nesta atividade, você será um cientista encarregado de determinar se as entidades listadas abaixo são seres vivos ou não. Para cada entidade, você deve:

1. **Analisar** as características biológicas que definem a vida:
2. **Marcar um "Sim" ou "Não"** na tabela, indicando se você considera aquela entidade, com base nos critérios acima.
3. **Justificar brevemente** a sua resposta. Explique por que a entidade é ou não é considerada viva, usando os critérios discutidos em aula.

Lista de Entidades:

Entidade	É um ser vivo?	**Justificativa** (Explique com base nas características da vida)
Vírus	☐ Sim ☐ Não	
Bactéria	☐ Sim ☐ Não	
Fogo	☐ Sim ☐ Não	
Robô com IA	☐ Sim ☐ Não	
Embrião	☐ Sim ☐ Não	
Célula vegetal	☐ Sim ☐ Não	

Dicas:

- Lembre-se de que um ser vivo precisa atender a **vários critérios** para ser considerado "vivo", e alguns casos podem ser complexos.
- Sua justificativa é essencial para mostrar que você entendeu os conceitos.

Fonte: Autoria própria.

AULA 3 – VIDA NA TERRA: ORIGEM, FORMAS E EVOLUÇÃO

Tempo: 2 horas-aula (40 min cada). **Componente Curricular:** Ciências.
Ano: 9º ano.

CONTEÚDO DA AULA:

- História geológica da Terra;
- Origem da vida no planeta Terra;
- Evolução e seleção natural.

OBJETIVOS DA AULA:

- Compreender a linha do tempo da história geológica da Terra;
- Identificar os principais eventos relacionados à origem da vida e à evolução dos seres vivos;
- Construir um relógio geológico de 12 horas para visualizar em escala a história geológica da terra.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS PARA ESTA AULA:

- Noções básicas sobre a origem da vida e evolução.
- Familiaridade com os conceitos de seleção natural e diversidade das espécies.

METODOLOGIA:

i. **Problematização inicial:** Inicie a aula com uma reflexão para os alunos sobre o tempo da existência da Terra e o quanto isso é incompreensível para nós em termos de anos. Apresente uma imagem da Terra vista do espaço e pergunte: "Há quanto tempo você acha que a Terra existe?". Ouça as respostas e, em seguida, explique que a história do nosso planeta é tão longa que os eventos são difíceis de visualizar. A seguir, peça para que eles tentem estimar o horário, em um relógio de 24 horas, que eles imaginam que certos eventos da história da Terra teriam ocorrido. Por fim, apresente o trecho em vídeo da série Cosmos Cosmos Ep1 - Parte 9 - O Calendário Cósmico: do Big Bang ao Sistema Solar , destacando a vastidão do tempo geológico e a evolução da Terra.

ii. **Organização do conhecimento:** Apresente os eventos e as eras geológicas de forma interativa e dialogada, perguntando aos alunos o que eles acham que poderia ter acontecido em cada período. Sugestões de eventos a apresentar:

- *Formação da Terra (4,6 bilhões de anos atrás).*
- *Primeiras rochas conhecidas (3,3 bilhões de anos).*
- *Primeiros sinais de vida (2 bilhões de anos).*
- *Explosão Cambriana (543 milhões de anos) e primeiros animais.*
- *Surgimento dos primeiros mamíferos e aves.*
- *Extinção dos dinossauros (66 milhões de anos atrás).*
- *Surgimento dos primeiros hominídeos (2 milhões de anos).*

Apresente o conceito de relógio geológico, enfatizando as distintas eras geológicas. Faça a conexão entre as eras geológicas e eventos marcantes na evolução da vida. Vincule cada era geológica a acontecimentos como o surgimento da vida, extinções em massa e a evolução de espécies. Estimule a discussão sobre como esses eventos impactam a diversidade das formas de vida. Agora que conhecemos a história da vida na Terra, como ela poderia evoluir em outro planeta?

iii. **Aplicação do conhecimento:** Distribua os materiais necessários para a Atividade do Relógio Geológico da Terra (Anexo 1). Explique que para poderem visualizar uma escala de tempo tão grande quanto os 4 bilhões de anos de existência do planeta Terra, vocês irão reduzir esse número às 24 horas de um único dia terrestre. Explique que para resumir a

história da Terra em apenas 24 horas, 6 horas equivaleriam a um bilhão de anos. Estabeleça conexões entre cada era geológica e acontecimentos como o surgimento da vida, extinções em massa e a evolução de espécies. Estimule a discussão sobre como esses eventos impactam a diversidade das formas de vida. Mostre, com as contas no quadro, que os primeiros hominídeos apareceriam faltando apenas segundos para completar uma volta no nosso relógio. Demonstre os cálculos no quadro para os demais acontecimentos listados no anexo 1.

RECURSOS:

- Equipamento de áudio e vídeo para reprodução dos vídeos e slides;
- Materiais para a atividade prática do relógio geológico (barbante ou régua ou transferidor, calculadora, lápis e lápis de cor).

REFERÊNCIAS

CANZI, Prof. Filipe. Cosmos Ep1 - Parte 9 - O Calendário Cósmico: do Big Bang ao Sistema Solar. YouTube, 2020. Disponível em: <https://youtu.be/Odk_waJMU9w?si=SZG9TRfKqiV9nL_O>. Acesso em: 10 nov. 2023.

TEIXEIRA, Wilson. TEMPO GEOLÓGICO: A HISTÓRIA DA TERRA E DA VIDA. Ambiente na Terra: Geologia. Apostila.
Disponível em:
<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5415861/mod_resource/content/1/Geologia%20-%20T%C3%B3pico%2011%20-%20Tempo%20Geol%C3%B3gico%20-%20A%20Hist%C3%B3ria%20da%20Terra%20e%20da%20Vida%20%28geologia_top11%29.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

ANEXOS

ANEXO 1 - Atividade do Relógio Geológico da Terra

Atividade: Uma escala do tempo geológico
A história da Terra em uma escala de 24 horas

Nome: _____ **Turma:** _____

Instruções:
Em comparação com a idade da Terra, o tempo de existência do homem neste planeta é comparável a um piscar de olhos. É difícil analisar a imensidão do tempo geológico. Qual é a extensão de um bilhão de anos? Neste exercício, você construirá um modelo gráfico que o ajudará a entender a imensidade da história da Terra.

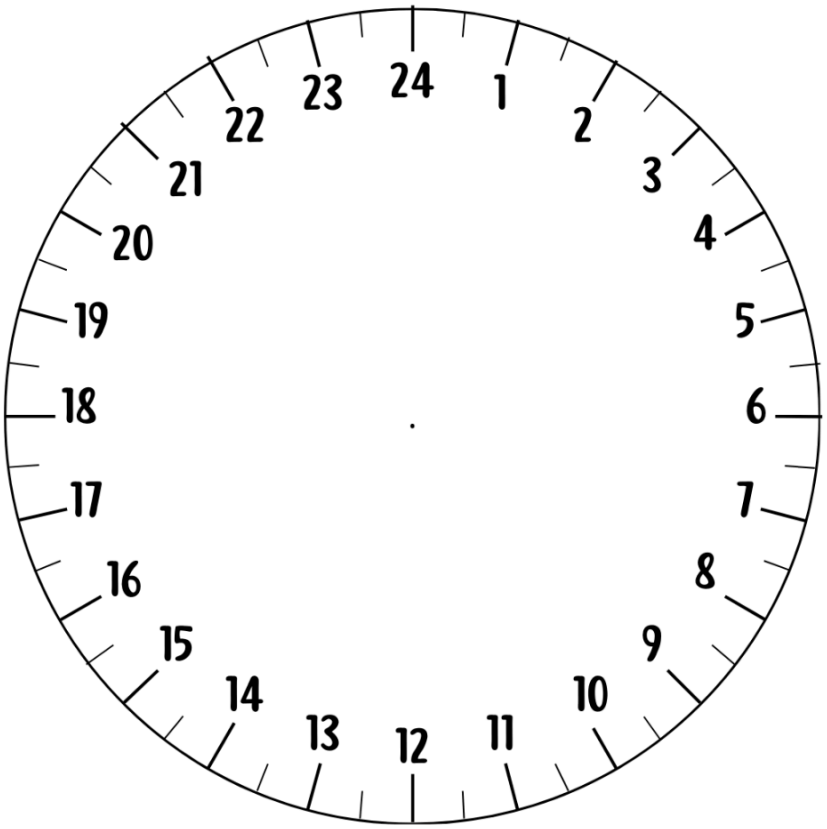
Procedimento: Para desenhar o Tempo Geológico, os geólogos optaram por uma representação diferente, onde as partes não são iguais como nos calendários, mas estão referidas principalmente a eventos bem caracterizados da História da Terra. Essas partes foram chamadas de Eras, e estas foram divididas em Períodos. Se fossemos condensar a História da Terra no período de 24 horas, desde o seu início até hoje, teríamos uma visualização fascinante de como é recente a nossa passagem por aqui. Os primeiros hominídeos apareceram faltando apenas segundos para completar o ciclo.

- Para construir o relógio geológico de 24 horas, escreva no **tempo zero (24h) 4 bilhões de anos atrás** (4 b.a.a.).
- Dividindo 24 por 4, cada 1 bilhão de anos corresponde a 6 horas no relógio de 24 horas.
- **Assim, escreva em 6 horas 3 b.a.a., em 12 horas 2 b.a.a., e em 18 horas 1 b.a.a.**
- Se 6 horas representa um bilhão de anos, quantos anos podem representar uma hora? Quantos anos podem representar um minuto? E um segundo?

- Escreva, em todos os pontos marcados do relógio, os dados abaixo ("primeiras rochas: 3,3 bilhões de anos", "primeiras aves: 130 milhões de anos", etc).

Idades calculadas para os principais eventos da história da vida: (obs. m.a.a. = milhões de anos atrás)

1. Formação da Terra: 4,5 bilhões de anos.
2. Primeiras rochas: 3,8 b.a.a.
3. Origem da vida (primeiras células procariontes): 3,5 b.a.a.
4. Primeiras células eucariontes: 2,1 b.a.a.
5. Primeiras plantas (algas): 2 b.a.a.
6. Primeiros animais conhecidos (medusas): 1,2 b.a.a.
7. Explosão Cambriana (primeiros fósseis abundantes): 543 milhões de anos atrás
8. Primeiras plantas terrestres: 470 m.a.a. (Ordoviciano)
9. Primeiros animais terrestres (artrópodes): 430 m.a.a. (Siluriano)
10. Primeiros vertebrados terrestres (anfíbios): 360 m.a.a. (Devoniano)
11. Aparecimento dos répteis: 315 m.a.a.
12. Primeiros dinossauros: 230 m.a.a. (Triássico)
13. Aparecimento dos mamíferos: 200 m.a.a. (Jurássico)
14. Primeiras aves: 160 m.a.a.
15. Extinção dos dinossauros: 66 m.a.a. (Cretáceo)
16. Primeiros hominídeos: 7 m.a.a.
17. Primeiros Homo sapiens: 300.000 anos atrás
18. Primeiras ferramentas humanas: 500.000 anos atrás
19. Última Era do Gelo: 10.000 anos atrás
20. Introdução do calendário no Egito: 423 a.C.





Fonte: Adaptado de: ROJAS, Nilda Diniz. **Uma escala do tempo geológico.** Universidade de Brasília. Laboratório de biologia evolutiva. Apostila. Disponível em: <https://www.biologia.bio.br/curso/Introdu%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20Biologia%20Evolutiva/Exerc%C3%ADcio%20Rel%C3%B3gio%20tempo%20geol%C3%B3gico.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

AULA 4 – O CONTEXTO QUÍMICO DA VIDA

Tempo: 2 horas-aula. **Ano:** 9º ano.
Componente Curricular: Ciências.

CONTEÚDO DA AULA:

- Átomos e Ligações químicas;
- CHONPS e a vida;
- Água e sua importância para a vida.

OBJETIVOS DA AULA:

- Explorar os elementos químicos e moléculas essenciais que sustentam a vida, abordando a importância da química para a compreensão dos processos biológicos e as implicações na busca por vida fora da Terra.
- Identificar os principais elementos químicos presentes nos seres vivos (CHONPS) e compreender a função de cada um.
- Reconhecer a importância da água para a vida como solvente universal e mediador de reações químicas.
- Entender o que o número de prótons é o que diferencia um elemento químico dos demais.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS PARA ESTA AULA:

- Noções sobre o átomo e sua constituição (prótons, nêutrons e elétrons);
- Noções de representação química das substâncias (fórmulas moleculares).

METODOLOGIA:

i. **Problematização inicial:** Inicie a aula com a Atividade: "Explorando a Química da Vida" (APÊNDICE 1) para identificar os conhecimentos prévios dos alunos com relação ao tema da aula. A seguir, introduza o questionamento principal da aula: *"O que torna os seres vivos especiais?"*. Anote as respostas dos alunos no quadro, em forma de mapa. Explique brevemente que, por muitos séculos, cientistas acreditavam que os seres vivos eram "superiores" por possuírem uma força especial, chamada de "força vital" (vitalismo). Eles achavam que as leis que regiam os seres vivos eram diferentes das leis do mundo inanimado. Conte que, no século XVIII, muitos cientistas acreditavam que a "força vital" era o que permitia a produção de substâncias orgânicas. Diga que em 1828, o químico alemão Friedrich Wöhler desafiou essa ideia ao criar uma substância orgânica (uréia) em laboratório a partir de compostos inorgânicos. Isso foi um choque para a comunidade científica e começou a quebrar a ideia do vitalismo (AMABIS; MARTHO, 2004). Questione os alunos novamente: *"Se os seres vivos e inanimados são formados pelos mesmos componentes químicos, o que faz da vida algo especial?"*.

ii. **Organização do conhecimento:** Inicie fazendo a leitura coletiva do texto adaptado de Rampelotto (2012). A seguir, relembre os alunos sobre a estrutura dos átomos. Discuta os principais elementos químicos encontrados nos seres vivos: CHONPS (Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo e Enxofre) e por que esses elementos são essenciais para a vida. Discuta também a estrutura e função das moléculas-chave: DNA, proteínas, carboidratos e lipídios, conectando cada uma ao papel dos CHONPS. Mencione a importância da água como solvente universal e sua participação em reações químicas essenciais para a vida. Relembre as características fundamentais da vida: metabolismo, reprodução, homeostase, evolução, etc., destacando como todos esses processos dependem da química. Relacione a questão com a busca moderna por vida fora da Terra. Explique que, ao estudar a química da vida, biólogos e cientistas hoje procuram entender as características químicas que definem a vida e como essas características poderiam existir em outros planetas. Explique, por fim, aos alunos, que quando os cientistas se voltam para

a busca de vida fora da Terra, é a esse tipo de elementos que eles procuram: elementos como o carbono que podem formar cadeias complexas, afinal, a vida é um fenômeno de muita complexidade, mesmo a menor delas. Finalize explicando que, com o desenvolvimento da bioquímica, entendemos que a complexidade das interações químicas dentro das células é o que define a vida. E hoje, não só somos capazes de entender essas reações, mas também de manipulá-las, como com organismos transgênicos.

iii. **Aplicação do conhecimento:** Para finalizar, distribua a atividade de sistematização "Explorando a Química da Vida - Parte 2" (Apêndice 2).

RECURSOS:

- Equipamento de áudio e vídeo para reprodução dos slides;
- Folhas impressas das atividades "Explorando a Química da Vida" parte 1 e 2 e do Anexo "A química da vida como nós a conhecemos".

REFERÊNCIAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia Moderna.** 2. ed. v. 1. São Paulo: Moderna, 2004.

RAMPELOTTO, Pabulo Henrique. A química da vida como nós não conhecemos. **Química Nova**, v. 35, p. 1619-1627, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Atividade: Explorando a Química da Vida - parte 1

Levantamento prévio: Explorando a Química da Vida

Nome: _____ **Turma:** _____

Instruções:

Estamos prestes a começar um estudo sobre a química que torna a vida possível. Antes de começarmos, gostaria de saber o que você já sabe ou pensa sobre alguns temas importantes. ***Responda às perguntas abaixo de forma honesta e detalhada, não se preocupe em acertar tudo!*** O importante é saber o que você já conhece.

Responda:

1. **De que partes é formado um átomo?**
   Cite as principais partes de um átomo e o que você acha que elas fazem.

2. **O que diferencia um elemento químico de outro?**
   Por exemplo, o que faz um átomo de carbono ser diferente de um átomo de ferro?

3. **Por que você acha que a água é importante para a vida?**
   Dê pelo menos uma razão que, na sua opinião, torna a água essencial para os seres vivos.

4. **Todos os organismos vivos são compostos pelos mesmos tipos de moléculas e átomos?**
   Cite elementos da tabela periódica ou moléculas que você conhece e acredita que são importantes para os seres vivos.

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE 2 - Atividade: Explorando a Química da Vida - parte 2

Atividade: Explorando a Química da Vida - Parte 2

Nome:_____**Turma:** _____

1. Classifique os elementos abaixo com base na sua importância para os seres vivos.

Carbono (C)	Cálcio (Ca)	Ouro (Au)
☐ Essencial ☐ Não essencial	☐ Essencial ☐ Não essencial	☐ Essencial ☐ Não essencial
Tungstênio (W)	**Oxigênio (O)**	**Ferro (Fe)**
☐ Essencial ☐ Não essencial	☐ Essencial ☐ Não essencial	☐ Essencial ☐ Não essencial

2. **Por que a água é tão importante para a vida?**

3. **O que diferencia um elemento químico de outro?**

4. **Imagine dois planetas fictícios:**

- *Planeta X:* Possui água e os elementos CHONPS (Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo e Enxofre) em abundância.
- *Planeta Y:* Não possui água e apresenta elementos como silício, alumínio, cálcio e ferro.

a) Qual dos planetas tem mais chances de abrigar vida como conhecemos? Por quê?

Fonte: Autoria própria.

AULA 5 – SISTEMA SOLAR: ORIGEM E ESTRUTURA ATUAL

Tempo: 2 horas-aula (40 min cada). **Ano:** 9º ano.
Componente Curricular: Ciências.

CONTEÚDO DA AULA:

- Composição do Sistema Solar;
- Estrutura do Sistema Solar;

OBJETIVOS DA AULA:

- Compreender a estrutura e as principais características do Sistema Solar, identificando seus planetas, luas e outros corpos celestes.
- Diferenciar as condições físicas e ambientais dos diferentes planetas e luas, destacando os fatores que podem influenciar a presença de vida.
- Diferenciar planetas de estrelas e outros corpos celestes;

CONHECIMENTOS PRÉVIOS PARA ESTA AULA:

- Localização do Sistema Solar no universo;
- Intuições sobre Órbitas e gravidade;
- Teoria Heliocêntrica.

METODOLOGIA:

i. Problematização inicial: Inicie a aula mostrando para os alunos um mapa do Universo Observável (Anexo 1). Mencione que o Universo observável tem, aproximadamente, 93 bilhões de anos-luz, ou $8{,}8 \times 10^{26}$ metros de diâmetro, e diga que este é o tamanho do universo. Peça para que os alunos tentem escrever esse número, 88 seguido de 25 zeros, em seus cadernos, apenas por curiosidade, para que tenham alguma noção do quão grande é esse número. Em seguida, pergunte aos alunos:
"Num universo tão grande, por onde começamos a procurar por vida fora da Terra? Será que todos os planetas apresentam o mesmo potencial para abrigar vida? Se não, onde devemos procurar para encontrar vida extraterrestre?"
Apresente uma estimativa do número de exoplanetas na galáxia, como: "Existem bilhões de planetas fora do nosso sistema solar, só na nossa galáxia, ou seja, mais planetas que estrelas!" Explique aos alunos que, para responder a esses questionamentos, devemos observar lugares que preencham os pré-requisitos discutidos nas aulas anteriores sobre a definição de vida e a química da vida.
Depois disso, apresente o vídeo Descobrimos Água Líquida em Marte! ou Perseverance e a busca da vida em Marte | Nerdologia, para instigar a curiosidade dos alunos sobre o tema. Em seguida, explique que, nesta aula, vamos explorar o espaço mais próximo que temos para procurar por vida extraterrestre: nosso Sistema Solar. Após, entregue para eles a atividade do Apêndice 1, para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema da aula.

ii. Organização do conhecimento: Para responder às perguntas feitas no momento anterior, primeiro é preciso conhecer o nosso Sistema Solar: a porção do universo sobre a qual temos mais informações disponíveis, e investigá-lo para procurar sinais receptivos à vida, como água líquida e elementos essenciais como Carbono, Hidrogênio, Oxigênio e Nitrogênio.
Para começar essa jornada, os alunos serão levados à sala de informática da escola para explorarem nosso Sistema Solar através do Software interativo 3D NASA's Eyes, que pode ser acessado no site NASA's Eyes sem necessidade de download. A atividade pode ser feita em duplas ou grupos de alunos. A exploração será guiada pelo professor, que dirá como proceder com a utilização do software e guiará os alunos de planeta a planeta, explicando suas

características e o funcionamento do Sistema Solar. Em caso de não haver conexão com a internet ou computadores disponíveis, também é possível utilizar o vídeo Um Tour Pelo Sistema Solar ou uma apresentação de slides sobre o conteúdo.

iii. **Aplicação do conhecimento:** Com o intuito de aplicar os conhecimentos adquiridos nesta aula, peça para os alunos que escolham um lugar do sistema solar de sua preferência — um planeta, uma lua — e elaborem um anúncio para vender uma viagem astronômica para este destino. As propostas podem ser elaboradas em duplas e deverão ser socializadas com o restante da classe na próxima aula. Sugestões de itens que podem constar no anúncio:

a. As principais características do planeta escolhido.
b. "Clima".
c. A localização.
d. O que os viajantes terão que levar para a viagem.
e. Guia turístico e atrações para visitar.
f. O marketing da sua viagem, dentre outros pontos que julgarem relevantes.

RECURSOS:

- Equipamento de áudio e vídeo para reprodução dos vídeos;
- Computadores para atender a sala;
- Software NASA 's Eyes aberto nos navegadores;

REFERÊNCIAS

CIÊNCIA TODO DIA. Descobrimos água líquida em Marte! Youtube, 2021. Disponível em: <https://youtu.be/nd0Wio67VIA>. Acesso em: 16/02/22.

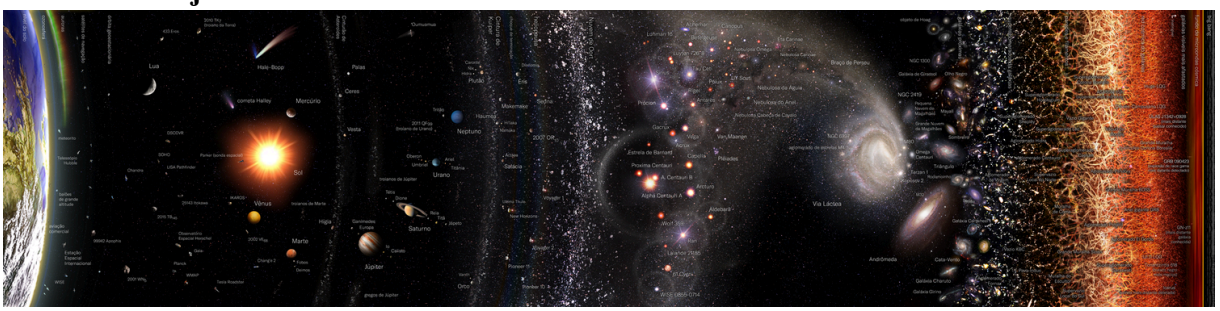
CIÊNCIA TODO DIA. Um Tour pelo Sistema Solar. Youtube, 2021. Disponível em: <https://youtu.be/SpcPB_lzCxc>. Acesso em: 16/02/22.

NERDOLOGIA. Perseverance e a busca da vida em Marte. Youtube, 2021. Disponível em: <https://youtu.be/B5UKdZvK0E4>. Acesso em: 16/02/22.

SILVA, Edna Maria Esteves da. Planetário UFSC, 2022. Disponível em: <https://planetario.ufsc.br/o-sistema-solar/>. Acesso em: 10 out. 2023.

ANEXOS

ANEXO 1 - Mapa do universo observável com os notáveis objetos astronômicos conhecidos hoje.



Fonte: UNIVERSO OBSERVÁVEL. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2023. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Universo_observ%C3%A1vel&oldid=66199788>. Acesso em: 5 jul. 2022.

AULA 6 – A CONQUISTA DO ESPAÇO

Tempo: 2 horas-aula. **Ano:** 9º ano.
Componente Curricular: Ciências.

CONTEÚDO DA AULA:

- Evolução Tecnológica na Exploração Espacial;
- Sobrevivência Humana no Espaço;
- Sondas exploratórias e suas contribuições.

OBJETIVOS DA AULA:

- Analisar as principais conquistas e avanços tecnológicos nas missões espaciais e sondas exploratórias;
- Entender o impacto das descobertas espaciais no conhecimento humano e na visão de futuro da humanidade;
- Investigar os desafios e as soluções tecnológicas relacionadas à possibilidade de viver no espaço.
- Visualizar a escala das distâncias dos planetas no Sistema Solar.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS PARA ESTA AULA:

- Familiaridade com os principais marcos e avanços nas missões espaciais, como a chegada do homem à Lua;
- Compreensão geral sobre o sistema solar, planetas, estrelas e conceitos básicos relacionados ao espaço.

METODOLOGIA:

i. **Problematização inicial:** Inicie a aula apresentando manchetes relevantes para despertar a curiosidade dos alunos, como: Rover Curiosity descobre fraturas em Marte com mineral rico em água e Nasa: rover Perseverance captura sons do helicóptero espacial Ingenuity em Marte | CNN Brasil. Conduza uma discussão sobre o que os alunos sabem sobre esses rovers e suas missões. Mencione o filme *Perdido em Marte*, perguntando se conhecem a história e suas opiniões sobre os desafios da sobrevivência no planeta vermelho. Utilize esse contexto para introduzir a importância da exploração espacial e da tecnologia no estudo do universo. Apresente uma breve linha do tempo das principais missões espaciais, destacando avanços tecnológicos e descobertas importantes. Instigue perguntas como:

- "Como as missões espaciais ampliaram nosso conhecimento sobre o cosmos?"
- "Quais são os desafios enfrentados na exploração e colonização espacial?"

Por fim, antes da explicação formal sobre as escalas do sistema solar, aplique uma atividade diagnóstica para avaliar as concepções prévias dos alunos sobre o assunto (Apêndice 1).

ii. **Organização do conhecimento:** Aborde em mais detalhes as missões espaciais e as sondas exploratórias, destacando desafios enfrentados e descobertas realizadas. Relacione esses avanços com a necessidade de desenvolver tecnologias que possam sustentar a vida fora da Terra. Introduza a discussão sobre os desafios da colonização humana em outros planetas. Pergunte aos alunos:

- "Quais são as principais dificuldades para a vida em Marte ou em uma estação espacial?"
- "Que tecnologias seriam necessárias para garantir sobrevivência em ambientes extraterrestres?"

Utilize recursos como o software *Nasa's Eyes* para explorar exoplanetas ou, se não houver acesso a computadores, traga imagens e descrições desses planetas em slides. A seguir, leve

os alunos ao pátio da escola para uma representação em escala do sistema solar. Distribua cartazes ou plaquinhas com os nomes dos planetas e posicione os alunos conforme as proporções reais das distâncias planetárias (Anexo 1). Destaque:

- As diferenças de tamanho e distância entre os planetas.
- A influência dessas distâncias na possibilidade de exploração e colonização.
- Como fatores como temperatura, atmosfera e radiação impactam a vida.

Após a atividade, retome a discussão em sala, conectando as observações feitas com os desafios da exploração espacial.

iii. **Aplicação do conhecimento:** Finalize a aula retomando os principais pontos abordados. Peça aos alunos que elaborem um pequeno texto sobre um dos planetas, discutindo suas condições e a viabilidade de colonização humana, justificando cientificamente seus argumentos (Apêndice 2). Estimule a reflexão sobre questões éticas e sociais da exploração espacial, como:

- "Quem teria acesso a essa colonização?"
- "Quais impactos ambientais e culturais poderiam surgir da presença humana em outros planetas?"

Encerre promovendo um debate sobre os desafios e potencialidades da exploração espacial para o futuro da humanidade.

RECURSOS:

- Projetor para apresentação de slides e das manchetes.

REFERÊNCIAS

FRANZÃO, Luana. **Nasa: rover Perseverance captura sons do helicóptero espacial Ingenuity em Marte.** CNN Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/nasa-rover-perseverance-captura-sons-do-helicoptero-espacial-ingenuity-em-marte/>. Acesso em: 14 nov. 2023.

GALILEU. **Rover Curiosity descobre fraturas em Marte com mineral rico em água.** Revista Galileu, 2023. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/ciencia/espaco/noticia/2023/01/rover-curiosity-descobre-fraturas-em-marte-com-mineral-rico-em-agua.ghtml>. Acesso em: 14 nov. 2023.

ANEXOS

ANEXO 1 - Valores adotados para a escala do Sistema Solar.

Objetos representados	Distância média do Sol Real (Km)	Distância média do Sol Real (UA)	Distância ao Sol (m)
Sol	--	--	--
Mercúrio	57.910.000	0,39	0,40
Vênus	108.200.000	0,72	0,72
Terra	149.600.000	1	1
Marte	227.940.000	1,52	1,5
Júpiter	778.330.000	5,20	5,20
Saturno	1.429.400.000	9,53	9,50
Urano	2.870.990.000	19,10	19
Netuno	4.504.300.000	30	30
Proxima Centauri	4.040.000.000.000	268.521,61	268.000

Fonte: Adaptado de Silva, 2022.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Atividade diagnóstica

Atividade: Sistema Solar em escala

Nome: _____ **Turma:** _____

1. Você acredita que um dia os seres humanos poderão **viver em outro planeta** (que não a Terra)? **Por quê?**

2. Quais **desafios** você acha que os cientistas precisam superar para tornar isso possível?

3. Na sua opinião, **qual planeta** do Sistema Solar seria **mais fácil de colonizar**? **Por quê?**

4. Que **tipo de tecnologia** você acha que seria **essencial para viver fora da Terra**?

5. Que parte da **população** você acredita que teria **acesso** a essa colonização? Explique sua opinião.

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE 2 - Sistematização Sistema Solar em escala

Atividade: Sistema Solar em escala

Nome: _____ **Turma:** _____

1. Agora que você sabe mais sobre as escalas do Sistema Solar, **refaça o desenho** (no verso da primeira folha) indicando onde estariam os planetas em relação uns aos outros.

2. Cite **2 dificuldades** que sondas e espaçonaves enfrentam ao viajar pelo espaço.

3. Se você fosse projetar uma missão espacial para explorar um planeta ou lua do Sistema Solar,

qual destino escolheria e por quê?

4. Que parte da **população** você acredita que teria **acesso** a essa colonização?

5. Quais **impactos ambientais** e culturais poderiam surgir da **presença humana** em outros planetas?

Fonte: Autoria própria.

AULA 7 – ESPECTROSCOPIA

Tempo: 2 horas-aula (40 min cada). **Ano:** 9º ano.
Componente Curricular: Ciências.

CONTEÚDO DA AULA:

- Absorção, difração e interferência da luz;
- Espectro luminoso e linhas espectrais;
- Relação entre espectro e a composição da fonte espectral.

OBJETIVOS DA AULA:

- Identificar como os cientistas são capazes de determinar a composição química de outros corpos através da luz que emitem;
- Entender que cada elemento químico possui um padrão único de linhas de emissão e absorção;
- Construir um espectroscópio para a visualização de espectros contínuos e discretos além de visualizar os vários tipos de espectros das lâmpadas de gases;
- Investigar, observar e compreender os espectros contínuo e discreto de diferentes fontes de luz, assim como compreender a relação entre o espectro e os elementos de uma fonte espectral.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS PARA ESTA AULA:

- Noções sobre o átomo e sua constituição (prótons, nêutrons e elétrons);
- Tabela periódica dos elementos químicos;
- Noções sobre ondas mecânicas.

METODOLOGIA:

i. **Problematização inicial:** Inicie a aula comentando com os alunos que, agora que eles já sabem do que a vida é composta (CHONPS) e que características precisam estar presentes em um lugar para que ela se desenvolva, está na hora de entender como os cientistas sabem do que são compostos os corpos celestes no nosso universo. Explique que tanto luas, planetas e estrelas são compostos de átomos de diferentes elementos químicos, como então os cientistas sabem do que esses corpos são compostos? A partir daí, exemplifique suas perguntas pedindo a leitura coletiva da matéria É assim que seria um exoplaneta "irmão" da Terra orbitando uma estrela próxima - Canaltech e, então introduza a pergunta “Como os cientistas sabem a composição de corpos estelares sendo que nunca estiveram nesses lugares nem puderam coletar amostras para a análise?” Anote as hipóteses dos alunos no quadro para revisitarmos no final da aula.

ii. **Organização do conhecimento:** No segundo momento, explique aos alunos que, para responder às perguntas anteriores, é necessário entender o espectro eletromagnético. Apresente a luz como um tipo de onda, comparando-a a ondas mecânicas, como as do mar ou de uma corda de violão, mas que, diferente dessas, a luz se propaga no vácuo por meio de perturbações nos campos elétrico e magnético. Mostre uma imagem do espectro eletromagnético e explique que ele é formado por diferentes tipos de ondas, classificadas pelo comprimento de onda e pela frequência, sendo que quanto maior a frequência, menor o comprimento de onda. Explique que ondas de alta frequência, como os raios gama, são muito energéticas e perigosas, enquanto ondas de baixa frequência, como as de rádio, são inofensivas. Mostre como o calor do Sol chega até nós por radiação infravermelha e que todos os corpos emitem radiação eletromagnética, inclusive nós, o que permite que câmeras infravermelho detectem calor. Relacione isso com o cotidiano, questionando por que usamos protetor solar, e leve os alunos a refletirem sobre os raios ultravioleta. Explique que enxergamos as cores porque os objetos absorvem parte da luz e refletem outra, sendo essa luz

refletida que percebemos. Mostre que quanto maior a temperatura de um corpo, mais ondas de alta frequência ele emite. Apresente o conceito de fótons, explicando que cada fóton tem uma frequência, que podemos chamar de cor, e que, ao absorver um fóton, um elétron salta para um nível mais energético. Quando retorna, libera esse fóton, emitindo luz de cor específica. Mostre que a luz branca é composta por todas as cores, como vemos no prisma, e que, quando um elétron absorve um fóton, ele deixa uma linha preta no espectro, como um código de barras. Use a analogia do dinheiro para reforçar que o elétron só aceita fótons com a quantidade exata de energia. Conduza os alunos à compreensão de que cada elemento possui um espectro único, permitindo que os cientistas descubram a composição de estrelas e objetos distantes analisando a luz que eles emitem.

iii. **Aplicação do conhecimento:** Para aplicar os conhecimentos adquiridos, prossiga para a construção do espectroscópio caseiro. Distribua o roteiro de construção do espectroscópio (Anexo 1) e auxilie os alunos na construção.
A avaliação será feita através de uma atividade em que os alunos utilizam os espectroscópios caseiros que construíram em aula para observar diferentes fontes de luz (Anexo 2). Eles devem fotografar os espectros que obterem e trazerem os registros na próxima aula. Sugere-se que se peça aos alunos que observem lâmpadas de rua para fotografar, pois as lâmpadas usadas na iluminação pública geralmente são lâmpadas de vapor de sódio (Na) ou mercúrio (Hg), possuindo espectros bem definidos e de fácil análise. Lâmpadas de tungstênio/incandescentes, de LED ou fluorescentes que usamos na iluminação doméstica, possuem espectros contínuos, não representam espectros de nenhum elemento. Peça que os alunos identifiquem se os espectros que fotografaram são contínuos ou se possuem linhas de emissão/absorção, caso possuam, peça para que tragam também uma sugestão da composição da fonte que fotografaram comparando os espectros que fotografaram com os espectros obtidos em laboratório listados no Anexo 3 **(lembre-se de alertá-los para nunca observarem o Sol, com ou sem o equipamento)**.

RECURSOS:

- Tesouras, estiletes, CDs, caixas de pasta de dente, e fita isolante para a turma toda.

REFERÊNCIAS

CASSITA, D. É assim que seria um exoplaneta "irmão" da Terra orbitando uma estrela próxima. **Canaltech,** 2022. Disponível em: <https://canaltech.com.br/espaco/e-assim-que-seria-um-exoplaneta-irmao-da-terra-orbitando-uma-estrela-proxima-211271/>. Acesso em: 12, jul. 2022.

CATELLI, Francisco; PEZZINI, Simone. Laboratório caseiro: observando espectros luminosos–espectroscópio portátil. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 2, p. 264-272, 2002.

Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física da Faculdade de Educação da USP. **Transposição das Teorias Modernas e Contemporâneas para a Sala de Aula**, 2016. Apostila. Disponível em: Acesso em: 12, jun. 2022.

ANEXOS

ANEXO 1 - Roteiro da construção e instruções de uso do espectroscópio caseiro.

ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DE UM ESPECTROSCÓPIO CASEIRO SIMPLES

MATERIAIS

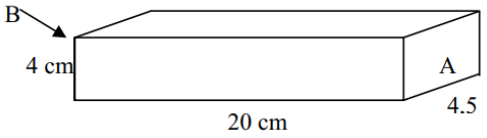
- 1 caixa de papelão pequena (pode ser: caixa de creme dental, sabonete ou tubos de papel higiênico);
- 1 pedaço de CD;
- Fita isolante;
- Cartolina preta;
- Tesoura e/ou estilete;
- Fita adesiva.

PROCEDIMENTO

1. Com um pedaço de cartolina preta ou mesmo com a fita isolante, envolva toda a caixinha de papelão, de forma a obter uma câmara escura no interior da caixa, onde nenhuma luz é visível.

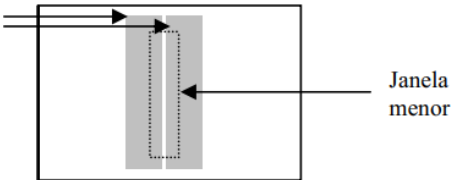
2. Depois, recorte um quadrado de mais ou menos 1,5 cm de uma das tampas da caixa (A ou B), conforme a imagem abaixo.

Fig.1- Dimensões aproximadas da caixa (por exemplo, uma caixa de creme dental).



3. Na outra extremidade oposta da caixa, faça um corte vertical com o estilete com o mesmo comprimento que utilizou no quadrado do outro lado da caixa. Depois de fazer o corte, force a lâmina do estilete para dentro do corte para alargá-lo ligeiramente. A ideia é criar uma fenda bem fininha por onde a luz vai passar como na figura abaixo.

Fig. 2- Construindo a fenda na janela menor (tampa B). A largura da fenda deverá ser o mais fina possível e, no máximo, de 1 mm.



4. Não esqueça de passar fita isolante nas outras partes da caixa para que não entre luz por nenhum outro lugar que não as fendas nas duas tampas da caixa.
5. Depois, retire a película refletora do CD usando fita adesiva (grude-a na superfície e puxe-a). Se necessário, faça um pequeno corte com a tesoura no CD para facilitar o início da remoção. O CD deve ficar transparente ao fim do processo.

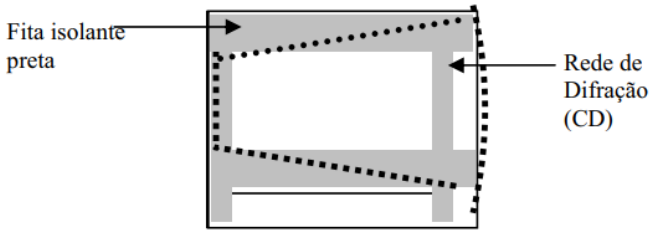


Fig. 4 - CD recortado sem a película.

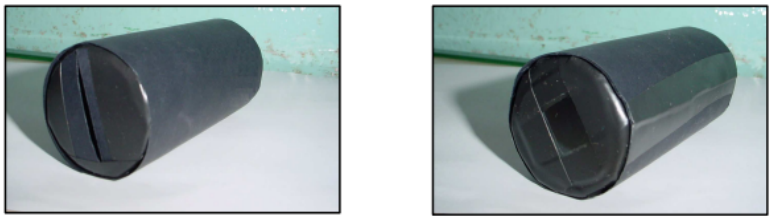
6. Depois de retirada a película, recorte um pedaço do CD (mais ou menos 2cm x 2cm, não precisa ser exato), conforme a imagem anterior. Utilize preferencialmente as bordas, pois as linhas de gravação (que não enxergamos) são mais paralelas, consequentemente a imagem será melhor.

7. Depois, cole o pedaço de CD na abertura maior que fizeste na tampa da caixa no passo 2. Passe fita adesiva apenas nas bordas do CD para colá-lo à caixa.

Fig.3- Montagem da rede na tampa A. A parte pontilhada representa o CD, a parte cinza é a abertura na tampa da caixa.



8. No fim, você deve ter um aparelho semelhante ao ilustrado abaixo:



USANDO O ESPECTROSCÓPIO CASEIRO

O espectroscópio poderá ser usado para analisar as mais diversas fontes de luz (velas, lâmpadas comuns, anúncios luminosos, telas de TV ou de computador, e muitas outras). Descrevemos, a título de exemplo, uma aplicação especialmente simples e interessante: a análise da luz das lâmpadas de rua. Aponte a fenda estreita para uma lâmpada da rua, e olhe através da janela na qual você colocou o pedaço de CD, como indicado na Fig. 4.

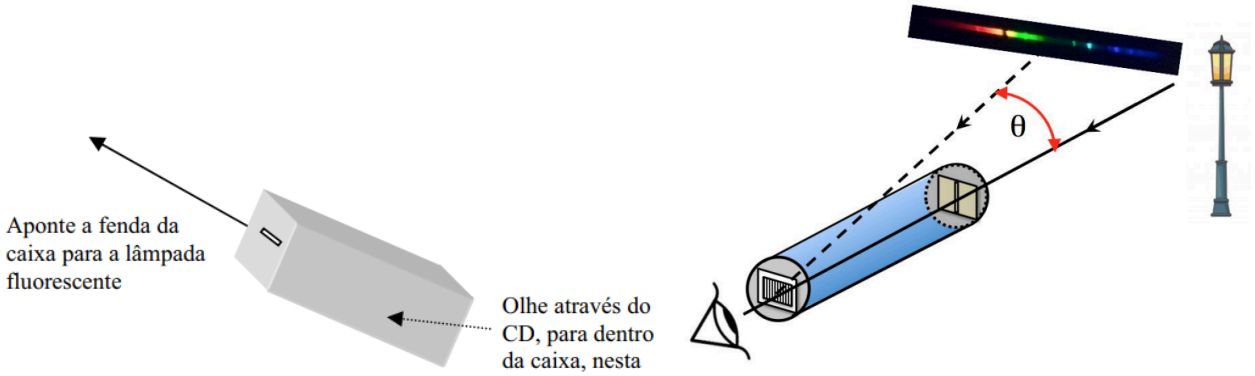


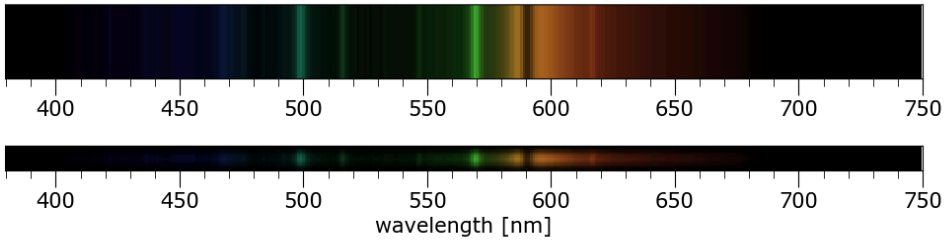
Fig.4- Fazendo observações com o espectroscópio caseiro.

ATENÇÃO: NÃO APONTE O ESPECTROSCÓPIO DIRETAMENTE PARA O SOL, ISSO PODE DANIFICAR SUA RETINA. UTILIZE A CÂMERA DO CELULAR ENCOSTADA NO CD DO ESPECTROSCÓPIO PARA OBSERVAR O ESPECTRO SOLAR.

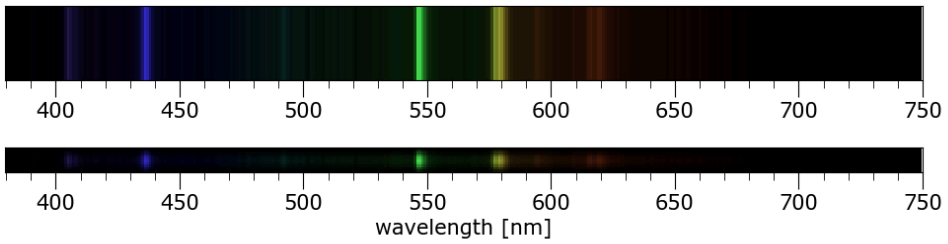
Fonte: adaptado de Catelli; Pezzini, 2002.

ANEXO 2 - Exemplos de espectros para comparação.

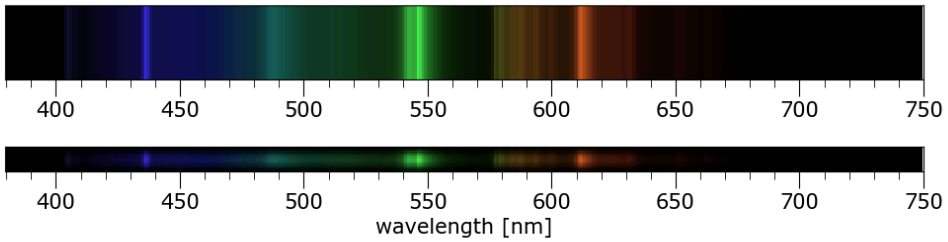
1. **Espectro de uma lâmpada de vapor de Sódio (HPS) (1732K)**



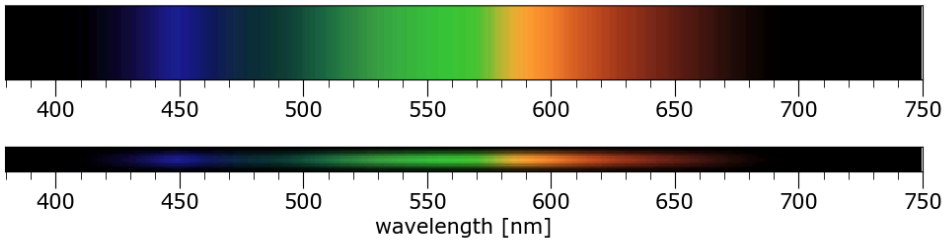
2. **Espectro de uma lâmpada de Mercúrio (4495K)**



3. Espectro de uma lâmpada Fluorescente (5782K)



4. Espectro de uma lâmpada de LED (2870K)



Fonte: TAPIA, Carlos Eugenio; ZAMORANO, Jaime. LICA-UCM lamps spectral database. GUAIX, 2015. Disponível em: <https://guaix.fis.ucm.es/lamps_spectra>. Acesso em: 31, out. 2023.

AULA 8 – AULA SÍNTESE

Tempo: 2 horas-aula (40 min cada). **Ano:** 9º ano.
Componente Curricular: Ciências.

CONTEÚDO DA AULA:

- A astrobiologia e a busca por vida extraterrestre;
- Biologia especulativa;
- Química alternativa da vida.

OBJETIVOS DA AULA:

- Elaborar uma forma de vida imaginária com o que foi aprendido durante as aulas anteriores;
- Aplicar os conteúdos já estudados em outras aulas nesta atividade.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS PARA ESTA AULA:

- Química da vida;
- Características biológicas da vida;
- Sistema solar e suas características e habitabilidade.

METODOLOGIA:

i. **Problematização inicial:** Para iniciar a problematização desta aula, peça aos alunos que assistam ao vídeo Cosmos, Carl Sagan - Vida em Júpiter, trecho da série "Cosmos", por Carl Sagan, baseado no livro homônimo do mesmo autor. Se não for possível assistir o vídeo, faça uma leitura coletiva do trecho do livro em que se baseia este vídeo. Explique aos alunos que a aula de hoje será destinada a aplicarem os conhecimentos que adquiriram até então através da elaboração de uma forma de vida idealizada por eles como feito por Carl Sagan no vídeo que assistiram.

ii. **Organização do conhecimento:** A partir daí, reproduza o vídeo Como seria a vida alienígena? | Nerdologia para que os alunos possam se inspirar para criar seu protótipo de ser vivo. Se achar necessário, faça a releitura do texto “Possíveis químicas alternativas para a vida", adaptado de Rampelotto (2012).

iii. **Aplicação do conhecimento:** Após, prossiga explicando a atividade da aula 1 novamente, que consiste na construção do desenho e caracterização do ser vivo inventado. Explique aos alunos que eles devem imaginar uma forma de vida e retratá-la em um desenho. Além do desenho, eles devem escolher uma localidade (planetas, luas ou cometas) do Sistema Solar, ou fora, para ser o habitat deste ser vivo e delinearem características básicas da biologia do ser: como o elemento químico em que se baseia (que deve estar presente no planeta escolhido), de onde esse ser vivo vai tirar esse elemento para metabolizar? (por exemplo, as plantas utilizam gás carbônico na fotossíntese para produzir glicose). Peça para que escrevam um pequeno texto no verso do desenho contendo estas características.

RECURSOS:

- Equipamento de áudio e vídeo para reprodução dos vídeos;
- Folhas para desenho;
- Lápis de cor e ferramentas de desenho;

REFERÊNCIAS

IAMARINO, Átila (Nerdologia). Como seria a vida alienígena? | Nerdologia [vídeo]. YouTube, publicado há cerca de 6,4 anos. Disponível em: https://youtu.be/odfOfKuCgq8. Acesso em: 15 jul. 2024.

RAMPELOTTO, Pabulo Henrique. A química da vida como nós não conhecemos. **Química Nova**, v. 35, p. 1619-1627, 2012.

MIGNONE, S. G. Cosmos: Vida em Júpiter [vídeo]. YouTube, publicado há cerca de 3 anos. Disponível em: https://youtu.be/CsBZTtdAeMY. Acesso em: 15 jul. 2025.

APÊNDICE 1 - Atividade Final

Atividade: "Projeto de Vida Extraterrestre"

Nome: _____ **Turma:** _____

Objetivo:
Criar uma forma de vida hipotética que pudesse existir em um ambiente dentro do Sistema Solar, aplicando os conhecimentos adquiridos nas aulas sobre química, biologia e o sistema solar.

Instruções:

Passo 1: Escolha do Ambiente

Escolha um lugar do Sistema Solar onde sua forma de vida irá habitar. Esse pode ser um planeta ou uma lua, como Marte, Europa, Encélado, Titã, ou mesmo Vênus.

- Pesquise ou relembre as características desse lugar, como:
  - Temperatura média.
  - Presença de água (líquida, gelo ou vapor).
  - Composição da atmosfera (se houver).

Passo 2: Descrição da Forma de Vida

Descreva sua forma de vida considerando as condições do ambiente escolhido. Responda as perguntas a seguir:

1. **Nome da espécie**: Qual é o nome da sua forma de vida?
2. **Estrutura corporal**: Ela é microscópica ou macroscópica? Tem patas, nadadeiras, asas ou outra estrutura especial?
3. **Composição química**: Quais elementos químicos são mais importantes para essa forma de vida (CHONPS ou outros presentes no ambiente)?
4. **Adaptações ao ambiente**: Quais características ajudam sua forma de vida a sobreviver no lugar escolhido?
   - Exemplo: pele resistente para suportar temperaturas extremas, metabolismo que usa metano como fonte de energia, etc.
5. **Alimentação/Energia**: Como ela obtém energia? É um produtor (faz fotossíntese ou quimiossíntese), um consumidor (se alimenta de outros seres) ou usa outra forma?

Passo 3: Desenho

Desenhe sua forma de vida.

- Mostre as características principais do corpo que você descreveu. Faça um desenho bem detalhado!

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE B – Artigos em processo de submissão

Manuscrito I: Revista Alexandria

ISSN: 1982-5153 - Qualis A2

Periódicos

ISSN	Título	Área com publicação no quadriênio	Classificação
1982-5153	ALEXANDRIA (UFSC)	ENSINO	A2

Início Anterior 1 Próxima Fim

15/07/2025, 16:58 Gmail - [ARECT] Agradecimento pela submissão

Gmail **Stefânia Graces Mignone <ste.graces@gmail.com>**

[ARECT] Agradecimento pela submissão

1 message

periodicos@sistemas.ufsc.br <periodicos@sistemas.ufsc.br> Tue, Jul 15, 2025 at 4:55 PM
Reply-To: Fábio Peres Gonçalves <editor.alexandria@contato.ufsc.br>
To: Stefânia Graces Mignone <ste.graces@gmail.com>

Stefânia Graces Mignone:

Obrigado por submeter o manuscrito, "Como Estudantes do 9º Ano (Re)definem a Vida: Uma Análise Conceitual por Meio da Astrobiologia" ao periódico Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia. Com o sistema de gerenciamento de periódicos on-line que estamos usando, você poderá acompanhar seu progresso através do processo editorial efetuando login no site do periódico:

URL da Submissão: https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/authorDashboard/submission/107956
Usuário: stegraces

Se você tiver alguma dúvida, entre em contato conosco. Agradecemos por considerar este periódico para publicar o seu trabalho.

Fábio Peres Gonçalves
_____ Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria

ALEXANDRIA
Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

Como Estudantes do 9º Ano (Re)definem a Vida: Uma Análise Conceitual por Meio da Astrobiologia

How 9th Grade Students (Re)define Life: A Conceptual Analysis through Astrobiology

Campo para autor/a não preencher
Este campo será preenchido pela equipe editorial pós-aceite

Resumo: Este trabalho analisa as concepções de vida entre estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental a partir de uma sequência didática fundamentada na astrobiologia. A pesquisa, de natureza qualitativa e delineamento pré-experimental, foi realizada em uma escola pública estadual e envolveu 21 estudantes. A proposta buscou promover a problematização do conceito de vida por meio da análise de entidades-limite (vírus, robôs, fogo) utilizando como instrumentos o pré e o pós-teste, mapas colaborativos e o diário de campo da professora-pesquisadora. A análise dos dados, conduzida segundo a técnica de Análise de Conteúdo, revelou que os estudantes inicialmente mobilizavam majoritariamente critérios antropocêntricos ou perceptivos, demonstrando dificuldade em aplicar critérios biológicos formais. Após a intervenção, observou-se um aumento significativo na mobilização de critérios científicos ainda que persistissem concepções alternativas (especialmente a dicotomia natural × artificial).

Palavras-chave: ensino de ciências, concepções alternativas, critérios biológicos de vida, aprendizagem significativa.

Abstract: This work analyzes 9th grade students' conceptions of life based on a didactic sequence grounded in astrobiology. The research, qualitative in nature and with a pre-experimental design, was conducted in a public state school and involved 21 students. The proposal aimed to promote the problematization of the concept of life through the analysis of borderline entities (viruses, robots, fire), using pre- and post-tests, collaborative concept maps, and the teacher-researcher's field journal as instruments. Data analysis, carried out using Content Analysis techniques, revealed that students initially relied predominantly on anthropocentric or perceptual criteria, showing difficulty in applying formal biological criteria. After the intervention, a significant increase in the use of scientific criteria was observed, although alternative conceptions persisted—especially the natural versus artificial dichotomy.

Keywords: science education, alternative conceptions, biological criteria of life, meaningful learning.

ALEXANDRIA

Início / Submissões

Submissões

Fazer nova submissão ou ver suas submissões pendentes.

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

- ✔ As instruções disponíveis nas diretrizes para autores foram seguidas.
- ✔ Todos os autores participaram do trabalho, em parte ou na íntegra.
- ✔ O texto é original e inédito e não está sendo avaliado para publicação por outra revista. O manuscrito também não será enviado para outro periódico enquanto estiver em avaliação na revista Alexandria.
- ✔ O texto está no template da revista e segue todas as indicações do mesmo.
- ✔ O template "notas da obra" está devidamente preenchido com a assinatura digitalizada de todos os autores do manuscrito.
- ✔ Os autores reconhecem que na sua obra não há plágios, fabricação de pesquisa, nem falsificação ou manipulação de dados.
- ✔ Os autores fornecem o relatório emitido por um software de detecção de similaridade (antiplágio) como iThenticate, CopySpider, Plagium, Plagiarism, entre outros.
- ✔ A identificação de autoria do trabalho foi removida do arquivo, do texto e da opção propriedades no Word (ou no software utilizado), garantindo desta forma o critério de sigilo da revista para adequação a revisão por pares.

Manuscrito II: Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)

ISSN: 1984-2686 - Qualis A1

ISSN	Título	Área com publicação no quadriênio	Classificação
1984-2686	REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	ENSINO	A1
1806-5104	REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	ENSINO	A1

15/07/2025, 18:19 Gmail - Agradecimento pela submissão

Gmail **Stefânia Graces Mignone <ste.graces@gmail.com>**

Agradecimento pela submissão

1 message

naoresponder@ufmg.br <naoresponder@ufmg.br> Tue, Jul 15, 2025 at 6:18 PM
Reply-To: Equipe Editorial <rbpeceditoria@gmail.com>
To: Stefânia Graces Mignone <ste.graces@gmail.com>

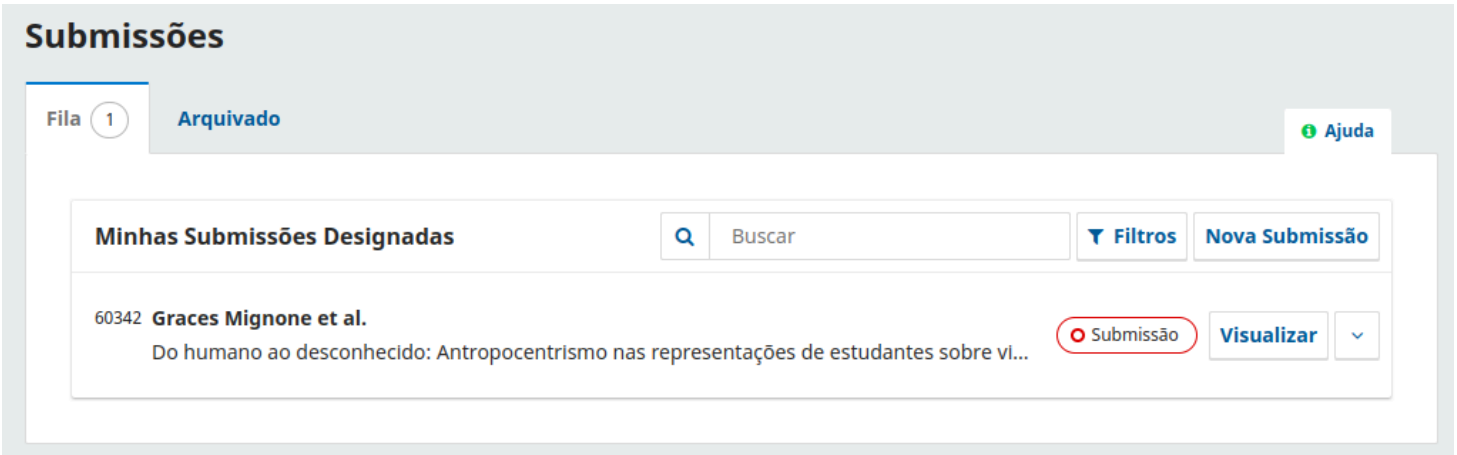
Stefânia Graces Mignone:

Obrigado por submeter o manuscrito, "Do humano ao desconhecido: Antropocentrismo nas representações de estudantes sobre vida fora da Terra" ao periódico Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Com o sistema de gerenciamento de periódicos on-line que estamos usando, você poderá acompanhar seu progresso através do processo editorial efetuando login no site do periódico:

URL da Submissão: https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/authorDashboard/submission/60342
Usuário: stegraces

Se você tiver alguma dúvida, entre em contato conosco. Agradecemos por considerar este periódico para publicar o seu trabalho.

Equipe Editorial da RBPEC



e-ISSN 1984-2686

ARTIGO ORIGINAL - Versão para Submissão na RBPEC

(Margens do arquivo de 2,5 cm)

Do humano ao desconhecido: Antropocentrismo nas representações de estudantes sobre vida fora da Terra

From the Human to the Unknown: Anthropocentrism in Students' Representations of Extraterrestrial Life

Del Humano a lo Desconocido: Antropocentrismo en las Representaciones Estudiantiles sobre la Vida Extraterrestre

(O texto para submissão não deve conter autoria e outras informações que permitam identificação dos autores)

Resumo:

Este artigo investigou como estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental representam graficamente a vida extraterrestre antes e depois de uma sequência didática (SD) sobre astrobiologia, com o objetivo de identificar indícios de permanência ou superação de concepções antropocêntricas e antropomórficas. A pesquisa, de caráter qualitativo e delineamento pré-experimental, foi realizada em uma escola pública com 21 estudantes, utilizando como instrumentos de coleta os desenhos produzidos nas aulas 1 (pré-teste) e 8 (pós-teste), além do diário de campo da professora-pesquisadora. A análise dos desenhos indicou que, no início da SD, predominavam representações humanoides fortemente influenciadas por estereótipos midiáticos. Ao final, observou-se maior diversidade morfológica, originalidade e incorporação de critérios científicos relacionados à adaptação ambiental, ainda que de forma heterogênea. Os resultados sugerem que a SD contribuiu para tensionar concepções internalizadas e promover deslocamentos conceituais mediados por linguagem simbólica. O estudo se apresenta como uma exploração inicial do tema, destacando o potencial das linguagens visuais no ensino de Ciências e da astrobiologia como eixo problematizador interdisciplinar.

Palavras-chave: ensino de Ciências, astrobiologia, mediação simbólica, concepções alternativas, antropomorfismo

Abstract:

This article investigated how 9th-grade students represent extraterrestrial life graphically before and after a didactic sequence (DS) on astrobiology, aiming to identify signs of persistence or transformation of anthropocentric and anthropomorphic

Condições para submissão

Todas as submissões devem atender aos seguintes requisitos.

- O texto contribui de forma significativa para a pesquisa em educação em ciências.
- A contribuição é original, inédita e de autoria dos autores.
- O texto não foi submetido para avaliação em outro periódico.
- O resumo apresenta uma síntese clara da pesquisa e dos resultados.
- O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Diretrizes para Autores.
- As citações estrangeiras estão traduzidas para a língua utilizada no texto.
- Todos os trabalhos citados no corpo do texto estão mencionados adequadamente e estão na lista de referências.
- As figuras inseridas no texto apresentam qualidade compatível com as diretrizes para os autores (mínimo de 300 dpi em JPEG ou PNG), apresentando contraste suficiente para legibilidade.
- O texto não apresenta quaisquer dados e/ou metadados que permitam a identificação dos autores durante a avaliação como: nome e filiação institucional; nomes de projetos e coordenadores de projetos; referências e citações dos autores, inclusive na lista de referências, local, título ou local de defesa de mestrado ou doutorado, agradecimentos, financiamentos etc.
- A instituição de todos os autores é informada no sistema de cadastro da submissão.
- Os identificadores ORCiD de todos os autores estão inseridos no cadastro da submissão.
- Os autores possuem os direitos autorais ou a autorização escrita de uso por parte dos detentores dos direitos autorais de figuras, tabelas, textos amplos etc. que forem incluídos no trabalho.
- Caso a pesquisa envolva humanos houve aprovação pelo comitê de ética.
- O arquivo para a submissão está em formato PDF e não ultrapassa 5MB.
- O arquivo está nomeado com a seguinte identificação genérica "RBPEC-Submissão".
- Anexar o documento comprobatório da aprovação do comitê de ética ao Sistema da Revista no momento da submissão.
- Anexar a declaração de Práticas da Ciência Aberta adotadas pela revista.
- Anexar a declaração de Responsabilidade.
- Anexar a declaração sobre os Cuidados Éticos da Pesquisa.