



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS

MARIA DO SOCORRO MARIANO DA CUNHA

ELEMENTOS DE ASTROBIOLOGIA: UMA PROPOSTA DE EBOOK DE APOIO
PARA OS PROFESSORES

Recife

2025

MARIA DO SOCORRO MARIANO DA CUNHA

**ELEMENTOS DE ASTROBIOLOGIA: UMA PROPOSTA DE EBOOK DE APOIO
PARA OS PROFESSORES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Especialização
em Ensino de Astronomia e Ciências Afins
da Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Especialista em
Ensino de Astronomia e Ciências Afins.

Orientadora: Profa. Dra. Énery Gislayne
de Sousa Melo

Co-orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos da
Silva Miranda

Recife

2025

ELEMENTOS DE ASTROBIOLOGIA: UMA PROPOSTA DE EBOOK DE APOIO PARA OS PROFESSORES

Maria do Socorro Mariano da Cunha
Autora do Trabalho de Conclusão de Curso
Especialização em Ensino de Astronomia e Ciências Afins/DF
Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE
msmcunha@gmail.com

Énery Gislayne de Sousa Melo
Orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso
Unidade Acadêmica de Educação a Distância/UAEADTec
Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE
enery.melo@ufrpe.br

Antonio Carlos da Silva Miranda
Coorientador do Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento de Física/DF
Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE
antonio.smiranda@ufrpe.br

RESUMO

A Astrobiologia constitui-se como uma área interdisciplinar que investiga a origem, a evolução, a distribuição e o futuro da vida no Universo, integrando conhecimentos da Astronomia, Biologia, Química e Ciências da Terra. Apesar de seu potencial formativo, sua inserção na Educação Básica ainda é limitada, especialmente no que se refere à disponibilidade de materiais didáticos específicos. Nesse contexto, este artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um e-book educacional sobre os fundamentos da Astrobiologia, concebido como produto educacional de apoio ao ensino de Ciências da Natureza. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória, fundamentada em levantamento bibliográfico e análise de produções acadêmicas relacionadas à Astrobiologia e ao ensino de Ciências da Natureza do ensino médio. A partir da identificação de conceitos centrais e de abordagens pedagógicas discutidas na literatura, foi elaborada a estrutura do e-book, priorizando organização didática acessível, linguagem clara e integração entre diferentes áreas do conhecimento. Os resultados indicam que o e-book apresenta potencial para subsidiar a prática docente e configura-se como uma estratégia pedagógica relevante para ampliar a inserção da Astrobiologia no Ensino Médio, promovendo práticas de ensino mais integradas, contextualizadas e alinhadas às demandas atuais do ensino de Ciências da Natureza.

Palavras-chave: Astrobiologia, Ensino de Ciências, Produto educacional, Educação Básica, Interdisciplinaridade.

Datas de submissão e aprovação do artigo: 19 de dezembro de 2025.

1 INTRODUÇÃO

A busca por estratégias de ensino que motivem os discentes tem sido uma das preocupações dos docentes diante do quadro encontrado em sala de aula, em que predomina a falta de interesse atrelado ao baixo rendimento. Neste contexto, a Astrobiologia é uma temática proposta para os professores de Ciências trabalharem em sala de aula, despertando a curiosidade dos alunos, aproveitando o fascínio, o espanto, a surpresa e o encanto na formulação de questões relacionadas à origem e evolução do Universo, da Terra e da vida, e a possibilidade de existência de vida em outros planetas (Da Rosa *et al.*, 2020).

Dentre as atuais propostas integradoras no contexto do ensino de ciências, que buscam a interdisciplinaridade como ferramenta contra a fragmentação do ensino, encontramos a Astrobiologia (Souza, 2013). Essa é considerada um emergente campo de pesquisa científica que, em síntese, busca entender a origem, evolução, distribuição, interação e o futuro da vida na Terra ou onde ela possa existir (Blumberg, 2003).

A abordagem astrobiológica na Educação Científica é defendida por Souza (2013), como favorável à visão científica contemporânea que assume como plausível a vida ser comum no Universo, concebida sob o olhar de um paradigma inovador, interdisciplinar, integrador e menos mutilador, religando a humanidade com o Cosmos. A Astrobiologia pressupõe a transposição de múltiplas áreas da ciência, o que permite a construção de pontes entre diversas disciplinas, derrubando fronteiras tradicionais entre as áreas do conhecimento (Galante *et al.*, 2019).

Algumas pesquisas nas últimas décadas têm procurado identificar dificuldades dos professores em abordar explicitamente o tema Astrobiologia em sala de aula. Entre os resultados apontados, uma dificuldade é a ausência de material específico em livros didáticos ou mesmo na Internet com linguagem acessível (Chefer; Oliveira, 2018). Como professora do ensino médio, sempre tive interesse em trabalhar esse tema na disciplina de Biologia, mas me vi impedida pela limitação de material didático disponível com este tema.

Diante desse contexto, durante o curso de especialização em Ensino de Astronomia, realizamos uma pesquisa que teve como objetivo produzir um material instrucional do tipo e-book; identificar os conteúdos sobre os fundamentos da Astrobiologia direcionado para professores da educação básica, de modo a produzir um e-book como um produto educacional capaz de facilitar a abordagem desse tema em sala de aula.

Contudo, devido à dificuldade de localização de material sobre o tema, e mesmo, por questões pessoais, não foi possível finalizar o e-book por isso, nos referimos à uma proposta. Apesar de inacabada, entendemos que as informações disponibilizadas podem contribuir para a introdução de conteúdos relativos à Astrobiologia nas aulas de Biologia, mas podendo ser trabalhado de modo interdisciplinar por professores de outras disciplinas (Física, Química e Geografia).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Astrobiologia como área de pesquisa

A Astrobiologia é uma área relativamente recente de pesquisa científica que estuda a vida no Universo, em conexão com o ambiente astronômico: sua origem, distribuição, evolução e futuro (Paulino-Lima; Lage, 2010).

A Astrobiologia também pode ser conhecida como Exobiologia ou Cosmobiologia (estes últimos dois nomes já estão em desuso) e consiste em estudar a origem da vida, a existência de vida na Terra e em outros planetas, seu desenvolvimento e o futuro da vida. Compreende, dentre vários temas, a formação de moléculas orgânicas no ambiente espacial; a química prebiótica e a origem da vida; e a vida em ambientes extremos de nosso próprio planeta, usada como modelo para entendermos uma possível vida extraterrestre (Paulino-Lima; Lage, 2010).

A Astrobiologia, por ser um campo de pesquisa em desenvolvimento, necessita de uma abordagem e divulgação entre os docentes de Ciências Biológicas, devido às possibilidades que esta área de pesquisa pode trazer na ampliação do conhecimento acerca do surgimento dos primeiros seres vivos, perpassando pelas discussões sobre as condições necessárias para a nossa sobrevivência no planeta Terra e a probabilidade da existência de vida fora da Terra (Da Rosa *et al.*, 2020).

A Astrobiologia compreende, dentre vários temas, a formação de moléculas orgânicas no ambiente espacial; a química prebiótica e a origem da vida; e a vida em ambientes extremos do nosso planeta, usada como modelo para entendermos uma possível vida extraterrestre (Paulino-Lima; Lage, 2010).

A pesquisa astrobiológica tem potencialmente consequências muito mais amplas do que a simples descoberta científica, pois inclui questões que têm sido de grande interesse para os seres humanos há milênios, sobre se estamos sozinhos ou sobre as nossas responsabilidades éticas para com qualquer vida descoberta além da Terra. A descoberta de microrganismos vivendo em condições tão extremas, despertou muitos questionamentos sobre os limites de habitabilidade no universo.

Então, várias perguntas são feitas há milhares de anos, entre elas estão: De onde viemos? Para onde vamos? Existe vida em outros planetas? O ser humano pode habitar outros planetas?. Essas questões ainda são latentes e recorrentes na sala de aula e mesmo na sociedade, ou explorada por filmes etc. Por isso, considero importante que os professores tenham acesso aos materiais didáticos com este tema para abordá-lo em sala, para que os alunos do ensino médio possam ter acesso a esse conhecimento importante e pouco explorado.

Dessa forma, para responder a essas e outras perguntas é que a Astrobiologia entra em ação. Para isso, ela, por ser uma ciência interdisciplinar e multidisciplinar, conta com a ajuda de vários ramos da ciência como a biologia, a química, a física e a geologia.

Nesse sentido, por exemplo, em relação às questões, existe vida fora da Terra? Se sim, quais são as condições para a existência de vida fora da Terra? Para

responder a estas perguntas faz-se necessário que entendamos primeiramente a existência de vida na Terra. Ora, se entenda inicialmente, explorar o ramo da Biologia, para compreender as condições mínimas. Sendo assim, nos debruçamos para o estudo da existência de vida na Terra nos lugares mais inóspitos, nas condições mais adversas, sem água, com calor extremo, elevado grau de radiação, lugares congelados, que em um olhar rápido não enxergávamos a existência de vida nesses locais.

2.2 Aplicação curricular e o ensino interdisciplinar da Astrobiologia

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018), a área de Ciências da Natureza e suas tecnologias é formada por Biologia, Física e Química, que deve atender a um aprofundamento dos seguintes temas: (1) Matéria e energia; (2) Vida e evolução; (3) Terra e universo. Essas temáticas estão definidas na BNCC desde o Ensino Fundamental com o objetivo de “introduzir a prática da investigação científica e ressaltar a importância dessa temática na análise do mundo contemporâneo” (Brasil, 2018). Esses temas são o pilar do estudo da vida e podem ser abordados no contexto da Astrobiologia. No Ensino Médio as abordagens dessas temáticas são mais aprofundadas e unificadas, de modo que o estudante possa desenvolver uma aprendizagem dos processos anteriormente vistos por meio de competências e habilidades.

Embora a Astrobiologia seja uma área de estudos recente, vem se mostrando conhecida principalmente com a ajuda da mídia; ela desperta o interesse de professores e estudantes, sendo um terreno fértil para discussão de diferentes conteúdos ligados ao ensino de Biologia e de outras áreas de Ciências. Por englobar diferentes áreas do conhecimento, a Astrobiologia pode favorecer abordagens didáticas interdisciplinares (Galante *et al.*, 2019).

Trabalhos recentes (Souza, 2013; Chefer; Oliveira, 2018) já expuseram que a Astrobiologia pode contribuir com o ensino interdisciplinar de ciências e como formação continuada de docentes, além de contribuir fortemente para o desenvolvimento do conhecimento científico e do pensamento crítico tanto dos docentes quanto dos discentes.

Sampaio e Nascimento (2024) realizaram uma pesquisa no Google acadêmico e nas bases Scielo e periódicos CAPES na busca de trabalhos relacionados à introdução da Astrobiologia nas salas de aula no Brasil. Eles identificaram apenas 8 trabalhos, o que confirma a escassez de estudos sobre o tema, os quais detalhamos a seguir:

Trabalho 1: “Astrobiologia e Vida Extraterrestre: transformando cosmovisões no ensino médio” (Brasil *et al.*, 2016). Os autores buscaram investigar as concepções que estudantes do 3º Ano do Ensino Médio de uma escola técnica têm acerca do significado de “vida extraterrestre”, como forma de divulgar a Astrobiologia enquanto Ciência. Os professores pesquisadores focaram nos conhecimentos da disciplina de Biologia, entre os quais os fatores bióticos e abióticos responsáveis para manutenção dos seres vivos no planeta Terra. Os resultados evidenciaram que

a maioria dos discentes não havia tido contato com esses conhecimentos e desconheciam as bases da Astrobiologia.

Trabalho 2: “Astrobiologia no Ensino de Ciências” (Klock, 2023). Refere-se a um estudo sobre os conhecimentos prévios de estudantes do nono ano do ensino fundamental sobre conceitos da Astrobiologia, a partir de uma intervenção didática, que solicitou aos estudantes uma pesquisa sobre os fatores necessários para o surgimento e desenvolvimento da vida. Ao longo da experiência, os autores apresentaram a Astrobiologia, a partir da discussão de temas como a química da vida, o estudo do ambiente, o conceito de zona habitável, a apresentação dos extremófilos e dos potenciais locais que podem abrigar ou ter abrigado vida no sistema solar.

Trabalho 3: “Astrobiologia no Ensino de Ciências: uma abordagem interdisciplinar para professores do ensino fundamental” (Da Silva *et al.*, 2016). O trabalho apresenta uma proposta didática interdisciplinar e transdisciplinar da Astrobiologia, tendo como público alvo professores de ciências do ensino fundamental. Os autores identificaram diversos assuntos pertencentes ao conteúdo programático de ciências com tópicos estudados em Astrobiologia, entre as quais, o conceito de Habitabilidade, que diz respeito às condições mínimas para a existência de vida: a energia, a água no estado líquido e a química biológica. Eles propõem que os docentes do ensino fundamental que trabalhem a introdução da Astrobiologia a partir de pesquisa sobre: o que é a vida; onde existe vida e a diferença entre algo vivo e não vivo. Além de discussões que explorem possibilidades de vidas em condições extremas, abarcando os extremófilos. Em suas considerações finais destacam a necessidade de materiais sobre tais conteúdos que venham dar suporte aos professores em sala de aula.

Trabalho 4: “Uma Jornada pela Vida no Cosmos” (Costa, 2021). O artigo descreve uma experiência pedagógica com alunos de uma disciplina eletiva, dentro da parte diversificada do currículo do ensino médio/técnico da Escola Cidadã Integral Técnica Estadual, com objetivo apresentar soluções para introduzir conteúdos de astrobiologia no currículo do ensino médio, através de uma proposta inter e multidisciplinar, apresentando conceitos introdutórios de astrobiologia. Durante a disciplina, os estudantes tiveram contato com conceitos como a origem do Universo, a formação dos planetas, a origem da vida no planeta Terra e sua evolução biológica, a possibilidade de vida em outros planetas.

Trabalho 5: “O Ensino da Astrobiologia como Alternativa Interdisciplinar Baseada no Uso de TDICs” (Cordeiro *et al.*, 2023). O trabalho descreve um projeto que abordou de maneira interdisciplinar, conteúdos referentes à Astrobiologia para turmas de 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual. A proposta abordou os seguintes temas: conceitos sobre Astrobiologia; a origem dos elementos químicos; como os elementos influenciam na formação dos planetas; a origem e evolução da vida na Terra e suas teorias; a evolução da Terra e sua biosfera primitiva; organismos em ambientes extremos (os extremófilos); exoplanetas; habitabilidade; possibilidades de vida extraterrestre.

Trabalho 6: “Ensino e Divulgação da Astrobiologia no Ensino Médio” (Portella, 2022). O trabalho descreve uma iniciativa com o objetivo de introduzir a Astrobiologia com alunos do 1º ano do Ensino Médio e da Educação de Jovens e Adultos. Entre as atividades, destacamos o projeto “Inserção da Astrobiologia no Ensino Médio”, que explorou conteúdos de Astrobiologia, de modo articulado entre as disciplinas de Física e Biologia, explorando conteúdos como: o conceito de Astrobiologia, vida em condições extremas e seres extremófilos.

Trabalho 7: “Diálogos entre a Astrobiologia e a Pedagogia da Terra: Uma proposta e contribuição para a formação continuada de professores de ciências”(De Oliveira; Vera, 2023). O trabalho descreve um minicurso oferecido para professores de ciências, com o objetivo de explorar conhecimentos da Astrobiologia em articulação com a Ecopedagogia, que propõe uma visão mais humana do planeta e do cosmos. Para isso, discutiram sobre a história do Universo, a sua origem, dos elementos químicos, dos sistemas planetários, da Terra até chegar a vida. Abordaram ainda a possibilidade de existência de vida fora da Terra, no Sistema Solar e fora dele, nas diferenças entre a vida microbiana (extremófilos) e vida inteligente.

Trabalho 8: “Astrobiologia: Concepções de Licenciandos do Curso de Ciências Biológicas” (Chefer; Oliveira, 2018). A produção investigou a presença e percepção de conceitos astrobiológicos na formação inicial de professores. A pesquisa, realizada por meio de questionários com 37 estudantes, revelou que, embora haja curiosidade pelo tema, a Astrobiologia não é explicitamente integrada ao currículo universitário nem aos livros didáticos. O estudo recomenda a atualização de materiais didáticos e a introdução de tópicos específicos sobre Astrobiologia na formação docente, preparando futuros professores para abordar questões científicas contemporâneas nas escolas.

Entre os trabalhos descritos acima, dois referem-se à formação de professores, três ao ensino médio e 2 ao ensino fundamental. Vale a pena destacar os conteúdos abordados nessas experiências, entre os quais: o conceito de vida na Terra, o que é a Astrobiologia, zona habitável, vida extraterrestre, a origem do universo, formação dos planetas, a origem dos elementos químicos, exoplanetas, as condições extremas da vida (extremófilos). Um dos trabalhos sugere explicitamente a necessidade de materiais didáticos que abordem tais temas para dar suporte aos professores, que é tema desta pesquisa.

3 PROCESSO DE CONCEPÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional concebido durante o curso de Especialização em Ensino de Astronomia consiste em uma proposta inicial de e-book que reúne os conteúdos considerados mínimos necessários aos professores para uma abordagem da Astrobiologia em sala de aula. Vale ressaltar que este produto ainda não está finalizado, sendo ainda uma proposta em desenvolvimento.

Tendo em vista que o público-alvo são professores do ensino médio, buscamos levantar informações sobre a Astrobiologia, disponibilizadas na internet,

no site da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), e em cartilhas digitais disponibilizadas pela Agência Espacial, mais especificamente “*Astrobiology: An Integrated Science Approach*” e da pesquisa dos artigos citados.

Após o estudo dos materiais, selecionamos e organizamos informações de maneira sistematizada, adaptando o texto para ser abordado por professores de Biologia. A fase seguinte foi de início da confecção do produto educacional, em formato de e-book, sendo estruturado a partir de questões norteadoras, seguindo o padrão do material adotado como referência:

- O que é vida?
- Como a Terra se formou?
- Como surgiu a vida na Terra?
- O que é preciso para um planeta ter vida?
- O que sabemos sobre outros planetas que podem ter vida?
- Quais são as pistas que a vida pode deixar em outro mundo?
- Por que a Astrobiologia é importante?
- Quais são os objetos de estudo da Astrobiologia?

Dessa forma, o nosso Produto Educacional consiste em um esboço inicial do e-book, que deve vir a ser usado pelos professores da área de Ciências da Natureza, intitulado: Elementos de Astrobiologia numa abordagem interdisciplinar para o Ensino Médio.

A seguir, apresentamos uma explicação geral para cada uma dessas questões, de modo que o leitor tenha uma visão inicial da proposta de conteúdo do e-book.

4 RESULTADOS INICIAIS: CONTEÚDOS PROPOSTOS PARA O E-BOOK

Como dissemos anteriormente, o conteúdo vem sendo idealizado para ser trabalhado por professores nas aulas de Biologia, mas também, podendo ser aproveitado por professores de outras disciplinas. A seguir fazemos uma breve discussão sobre as questões norteadoras da proposta de e-book.

- O que é vida?

Esta questão é básica no estudo da Astrobiologia, sendo uma mais citada entre os trabalhos identificados sobre o tema (Brasil *et al.*, 2016; Klock, 2023; Da Silva *et al.*, 2016; Costa, 2021; Cordeiro *et al.*, 2023; Portella, 2022; De Oliveira; Vera, 2023; Chefer; Oliveira, 2018).

Vida é um dos conceitos mais trabalhados dentro da formação de Biologia dos estudantes. Do ponto de vista da Astrobiologia, propomos que o professor possa abordá-la a partir do ponto de vista do sistema químico, auto sustentado, capaz de sofrer evolução darwiniana. Essa é a definição oficial de vida adotada pela NASA.

Contudo, muitas vezes essa definição parece ser genérica demais. Por isso, o professor pode caracterizar a vida no planeta a partir de três características básicas: Compartimentalização: todo organismo vivo possui uma maneira de se separar do

meio que o circunda. As células usam membranas lipídicas; os vírus, capsídeos proteicos. Essa membrana tem diversos papéis, mas o mais básico de todos é o de concentrar, em seu interior, as moléculas necessárias para seu funcionamento; Informação: o organismo vivo deve possuir, em si, toda a informação necessária para sua manutenção e continuidade, portanto, para se perpetuar e reproduzir; Metabolismo: o organismo vivo deve ser capaz de realizar as reações químicas necessárias para garantir sua sobrevivência e reprodução. Essa característica não está completamente presente nos vírus, que usam outros organismos como hospedeiros para realizar essas funções (motivo da controvérsia se vírus estão ou não vivos), o que indica que vírus e células provavelmente co-evoluíram durante a história da Terra.

- *Como a Terra se formou?*

Essa questão normalmente é trabalhada pelos professores de Geografia, Física, Química e Biologia. Entre os trabalhos estudados, destacamos os de Costa et al. (2021) e Cordeiro et al. (2023) que sugerem a abordagem dos conceitos da origem do Universo, a formação dos planetas, como forma de introduzir o tema da Astrobiologia em estudantes do ensino médio e técnico.

O material de referência da NASA aborda essa questão a partir da acreção da nebulosa solar 4,53–4,47 bilhões de anos atrás (Ga). Sendo, a idade da Terra estabelecida com base na combinação de amostras terrestres e meteoríticas. De acordo com evidências baseadas na idade dos minerais mais antigos, atualmente perseverados na superfície da Terra (4,4 Ga) e a rocha inteira mais antiga conhecida na Terra (4,208 Ga). Evidências meteoríticas incluem a idade de primeiros sólidos a condensar dentro do Sistema Solar, conhecido como inclusões de cálcio-alumínio (4,565 Ga) e datação radiométrica de várias amostras de meteoritos - agrupamento de idades de 4,68 a 4,50 Ga (Galante *et al.*, 2016).

- *Como surgiu a vida na Terra?*

Este conteúdo é abordado no ensino médio desde o 1º ano. Segundo a BNCC, o estudo da origem da vida integra a unidade temática Vida e Evolução. A abordagem científica principal foca na Evolução Química, indicando que a vida surgiu a partir de compostos simples que reagiram na Terra primitiva até formarem seres complexos.

O professor pode iniciar o tema esclarecendo que a Terra inicialmente era totalmente diferente da de hoje. Não havia Oxigênio, os mares não tinham a mesma composição química de hoje, pois havia ferro dissolvido na água. A Terra era um planeta nu, sem vegetação, com chuvas mais ácidas. Além disso, o Sol era aparentemente mais frio do que é hoje e a radiação era muito maior por não ter camada de ozônio. As primeiras formas de vida foram as bactérias micro-organismos anaeróbicos, que resistem em ambientes nocivos. A partir daí, começam a surgir os oceanos e a vida (Galante *et al.*, 2016).

- *O que é preciso para um planeta ter vida?* Essa questão é abordada pelo professor de Ciências desde o 9º ano do Ensino Fundamental. Além dos conhecimentos específicos, a BNCC (Brasil, 2018) propõe que o estudante seja

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.

Ao considerar se um ambiente ou planeta é habitável, no mínimo os cientistas levam em consideração a fonte potencial de energia (ou fontes), a composição química do ambiente e se essa composição é adequada para construir biomassa e a disponibilidade de um solvente. Além disso, existem restrições físicas à vida (por exemplo, temperatura, pressão, pH, salinidade, radiação, toxicidade do metal), de modo que a presença desses requisitos de habitabilidade pode ser necessária, mas não suficiente para a vida (Lineweaver, 2010). Os requisitos fundamentais de habitabilidade e certamente alguns dos pontos em comum da vida na Terra. Esses são alguns pontos que sugerimos ao professor trabalhar em sala de aula.

- *O que sabemos sobre outros planetas que podem ter vida?*

Esse tema é abordado na disciplina de Ciências no último ano do ensino fundamental, podendo ser trabalhado de forma interdisciplinar com o professor de Geografia. De acordo com estudos astronômicos recentes e alinhado aos conceitos de ciências da BNCC, como a compreensão da zona habitável, diversos exoplanetas (planetas fora do sistema solar) e corpos celestes que possuem características que os tornam candidatos a abrigar vida. Os cientistas focam na busca por água líquida e atmosfera adequada.

A maioria dos astrônomos parece convergir para a ideia de que vida alienígena seria, de uma forma ou de outra, parecida com seres terráqueos. De acordo com a NASA, as leis da química e da biologia aparentam ser universais. Nos últimos anos, a NASA buscou oxigênio, carbono e água fora da Terra e focou seus esforços em Marte e Europa, uma das luas de Júpiter. De acordo com as observações dos pesquisadores, de indícios de fluxos de água e ocorrência de efeito estufa na superfície de Marte, é possível que este tenha sido habitável num passado remoto. A descoberta de grandes oceanos de água líquida sob o gelo superficial na lua Europa tem motivado astrônomos a buscar vida por lá (Galante *et al.*, 2016).

Exoplanetas são planetas que se encontram fora do nosso Sistema Solar. Segundo um artigo, publicado na revista científica *The Astrophysical Journal*, uma classe de planetas chamada “*Hycean*” também poderia abrigar vida. Sabe-se que eles são grandes, muito quentes, têm muito hidrogênio em suas atmosferas e estão cobertos por um enorme oceano. O astrônomo Madhusudhan disse que nomenclatura é uma junção das palavras hidrogênio e oceano. Ele teve a ideia enquanto estudava um mini-Netuno potencialmente habitável conhecido como K2-18b.

- *Quais são as pistas que a vida pode deixar em outros mundos?*

Essa questão está relacionada com as bioassinaturas, que no contexto da BNCC, estão inseridas principalmente na área de Ciências da Natureza, focando na investigação científica da vida na Terra e na possibilidade de vida em outros

planetas (Astrobiologia). Elas funcionam como indicadores de atividade biológica passada ou presente, como produtos do metabolismo (ex: oxigênio, metano).

Em sua definição mais ampla, uma bioassinatura ou biomarcador pode ser compreendido como sendo um objeto, características, espécies, substâncias e/ ou padrões cuja origem requer especificamente um agente biológico. Uma aplicabilidade a ela é determinada, não somente pela probabilidade da vida criando-a, mas também pela impossibilidade de fatores não biológicos virem a produzi-la. Dito isto, pode ser considerado um biomarcador quaisquer fenômenos observáveis como a abundância de elementos, pigmentos, moléculas, quiralidade, distribuição de aminoácidos ou lipídio, oxigênio molecular em exoplanetas ou sinais de atividade metabólica (Santos, 2022).

Nos dias atuais, podemos considerar que não existe um esquema que é universalmente aceito para classificar a imensa gama de potenciais bioassinaturas, mas por conveniência e facilidade durante o estudo, podemos classificá-las de modo a entendê-las separando em três grandes e distintos grupos chamados de: bioassinaturas gasosas, superficiais e temporais (Santos, 2022).

Bioassinaturas gasosas são aquelas que podem resultar de um processo originalmente biológico ou de um processo indireto formado a partir de material biogênico (essencial para a vida) que levam a formação de produtos secundários. É importante ressaltar, que nem todos os gases de origem biogênica podem ser considerados biológicos e sua detecção depende do seu contexto ambiental. As bioassinaturas de superfície estão associadas à condição de que a vida pode causar modificações na atmosfera assim como no espectro de superfície planetária, o qual representa as características do planeta a partir da reflexão da luz sobre sua superfície. Algumas dessas alterações ocorrem por diversos mecanismos, tais como: bioluminescência e fluorescência de pigmentos, absorção e reflexão da luz por pigmentos presentes em organismos vivos, assinaturas espectrais resultantes da radiação refletida por espécimes, etc. As modificações causadas no espectro superficial de um planeta através desses mecanismos podem representar outra classificação de biomarcadores denominada Bioassinatura de Superfície que podem ser detectáveis remotamente (Santos, 2022).

Bioassinaturas temporais são oscilações dependentes do tempo em quantidades que podem ser mensuráveis e que indicam a presença de uma biosfera agindo no ambiente, como por exemplo, oscilações nas concentrações de gases ou no albedo planetário. A mudança na concentração de CO_2 no hemisfério norte do nosso planeta, por exemplo, é uma das assinaturas temporais mais bem referenciadas, uma vez que, essa variação acontece como resposta à produtividade da biosfera em função da temperatura e insolação do ambiente (Santos, 2022).

- Por que a Astrobiologia é importante?

Indicamos, em um primeiro momento, as compreensões acerca da Astrobiologia no ensino de ciências, as quais se referem substancialmente a seu potencial inter e multidisciplinar. Frente ao entendimento exposto, percebemos que as potencialidades do trabalho com assuntos relacionados à Astrobiologia na

educação, principalmente no que se refere a constituí-la como um eixo integrador para a ciência e seu ensino, pode promover uma interface educativa importante para a interconexão de conteúdos e disciplinas científicas.

O estudo da vida no Cosmos pode favorecer uma visão mais abrangente do Cosmos, abrangendo conhecimentos da Biologia, Astronomia, Física, Ciências planetárias, Química e Geologia, até mesmo das Ciências Sociais. A Astrobiologia, tendo em vista a amplitude disciplinar que pode abordar, pode favorecer a integração das ciências em sala de aula. Além disso, o estudo da vida no Universo, como sugerido como um eixo integrador para o ensino de ciências na BNCC, pode servir para demonstrar que o saber científico não é compartimentalizado e isolado (Chefer; Oliveira, 2018).

- Quais são os objetos de estudo da Astrobiologia?

A vida na Terra demonstra uma capacidade surpreendente de se adaptar até mesmo aos ambientes mais inóspitos. Os organismos conhecidos como extremófilos se desenvolvem em condições que antes eram consideradas incompatíveis com a vida, incluindo fontes hidrotermais escaldantes, lagos altamente ácidos ou alcalinos, águas hipersalinas e os desertos congelados da Antártida. O estudo desses microrganismos resilientes revolucionou nossa compreensão dos limites da vida, oferecendo *insights* cruciais sobre biologia evolutiva, biotecnologia e até astrobiologia.

De uma perspectiva astrobiológica, os extremófilos servem como análogos para uma potencial vida extraterrestre. Metanogênicos subterrâneos no permafrost, arqueias que metabolizam enxofre em fontes hidrotermais e bactérias resistentes à radiação fornecem pistas sobre como a vida pode persistir em corpos celestes como Marte, Europa ou Encélado. O estudo dos extremófilos, portanto, preenche a lacuna entre a biologia da Terra e a busca por vida além do nosso planeta.

Os principais objetos de estudo da Astrobiologia são os microrganismos extremófilos terrestres e seus subprodutos metabólicos, que estão presentes em praticamente todos os ambientes terrestres inóspitos, do fundo dos mares à estratosfera, muitas vezes análogos a ambientes extraterrestres. Os extremófilos são os organismos que são tolerantes a ambientes extremos e evoluíram para crescer sob essas condições extremas, alguns têm a capacidade de sobrevivência a várias condições extremas (Niederberger, 2016). Eles podem ser divididos nos seguintes grupos: fungos, arqueas, bactérias e tardígrados. Fungos: Os fungos extremófilos são geralmente xerófilos. Arqueas: Este é um domínio de organismos procarióticos unicelulares que se distinguem por sua maquinaria genética única e membranas celulares especializadas, adaptando-os para viver em ambientes extremos, bem como em condições mais moderadas. Bactérias: A maioria dos organismos extremófilos pertence a este grupo. Tardígrados: Também conhecidos como ursos-d'água (Tardigrada), são os animais mais resistentes do mundo, pois conseguem sobreviver às condições extremas. Para superar essas condições, eles entram em um estado peculiar conhecido como criptobiose, no qual seu metabolismo para e só se reativa quando as condições melhoram, permitindo que eles se protejam contra a dessecação, pois perdem 80% do seu peso, que é água.

Esse estado também é chamado de anabiótico e classifica os organismos como extremófilos. Além de tolerarem a dessecação, eles podem suportar temperaturas de -273 graus Celsius a 151 graus Celsius, inclusive em criptobiose.

Quanto ao tipo de ambiente, podem ser classificados como termófilos, halófilos, psicrófilos e acidófilos. Termófilos são os microrganismos que conseguem sobreviver e se multiplicar em altas temperaturas, geralmente em uma faixa entre 40 a 70 °C. Grande parte dos membros desse grupo vivem em águas quentes associadas a atividades vulcânicas ou fontes hidrotermais. Os halófilos referem-se aos microorganismos que conseguem viver em ambientes altamente salinos. E, os psicrófilos são os microorganismos que vivem no extremo oposto dos termófilos. São microrganismos que se reproduzem em baixas temperaturas, de no máximo 20 °C, e que possuem uma temperatura ótima de crescimento de até 15 °C. Por fim, os acidófilos, microrganismos que, como o nome sugere, vivem em ambientes ácidos.

Para encerrar a discussão desta seção, reforçamos que as informações apresentadas aqui são apenas uma sugestão de introdução da Astrobiologia no contexto escolar tendo como referência, principalmente, os conhecimentos difundidos pela NASA.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em nossas palavras finais destacamos que a confecção de um produto educacional que introduza o tema Astrobiologia ao ensino de Ciências na educação básica amplia o conhecimento na área de Astronomia e pode despertar nos alunos o interesse sobre o tema, levando-os à investigação deste, além de fortalecer a produção acadêmica voltada para a construção de materiais didáticos mais estimulantes e enriquecedores. Um material que contemple informações sobre o tema é uma necessidade da área de pesquisa, como destacou Chefer (2018) em seu trabalho.

Desse modo, este trabalho constitui uma iniciativa de elaborar um produto com base em pesquisas bibliográficas sobre o tema, na BNCC e na perspectiva da Agência Espacial. Mesmo com algumas limitações, como a escassez de material de pesquisa, entendemos que pode ser usado como recurso para oferta de curso de extensão e para ser trabalhado por professores do ensino médio numa abordagem interdisciplinar.

REFERÊNCIAS

BLUMBERG, B. The NASA Astrobiology Institute: Early History and Organization. **Astrobiology**. v. 3, n. 3, p. 463-470. jul. 2003.

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

BRASIL, G. et al. Astrobiologia e vida extraterrestre: transformando cosmovisões no Ensino Médio. In: **Anais** do III CONEDU-Congresso Nacional de Educação. 2016.

CHEFER, C.; OLIVEIRA, A. 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.

COSTA, F.. Uma Jornada pela vida no cosmos: Relato de experiência de ensino de astrobiologia. *Cadernos de Astronomia*, v. 2, n. 2, p. 142-142, 2021

CORDEIRO, L. et al. O Ensino da Astrobiologia como Alternativa Interdisciplinar Baseada no Uso de TDICs. **Revista de Iniciação à Docência**, v. 8, n. 1, p. e11973-17, 2023.

DA ROSA, M. N. M.; ALMEIDA, R. P.; FERNANDES, I. F.; RAGNI, M. Astrobiologia em Consonância com a BNCC: possibilidades de aplicações no ensino fundamental II. **Caderno de Física da UEFS**, n. 18, v. 1, p. 1-9, 2020.

DA SILVA, A. et al. Astrobiologia no ensino de ciências: uma abordagem interdisciplinar e transdisciplinar para professores do ensino fundamental. In: **Anais do IV Simpósio Nacional de Educação em Astronomia – IV SNEA**, Goiânia, Goiás, 2016.

DE OLIVEIRA, V. VERA, J. Diálogos entre a Astrobiologia e a Pedagogia da Terra: uma proposta para a formação continuada de professores de ciências. **Terra e Didática**, v. 19, p. e023033-e023033, 2023.

GALANTE, D., et al.. **Astrobiologia: uma ciência emergente**. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019.

KLOCK, A. V. S. **Astrobiologia no ensino de ciências**. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2023.

LINEWEAVER. C. **Habitability and the Search for life elsewhere**. Observatório Nacional/ON, 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/observatorio/pt-br/assuntos/areas-de-atuacao/astronomia-e-astrofisica/ensino/astrobion/iv-astrobion/>

NASA. Astrobiology at Nasa. Life in the Universe. Disponível em <https://astrobiology.nasa.gov/classroom-materials/>. Acesso em: 20 de dez. 2026.

PAULINO LIMA, I. G.; LAGE, C. A. S. Astrobiologia: definição, aplicações, perspectivas e panorama brasileiro. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB)**, v. 29, n. 1, pp 14-21, em 2010.

PORTELLA, A. et al. Ensino e divulgação da astrobiologia no ensino médio. **Blucher Physics Proceedings**, v. 8, n. 1, p. 122-130, 2021.

SAMPAIO, E. C. NASCIMENTO, F. H. G. A. Astrobiologia na educação básica: panoramas e impactos no ensino. In: **Anais do X CONEDU...** Campina Grande: Realize Editora, 2024.

SANTOS, T. C. **Bioassinaturas de astrobiologia para a educação básica e a nova BNCC**. Monografia (Licenciatura de Física) - Faculdade de Física da Universidade Federal do Pará, Pará, 2022.

SOUZA, J. G. **Astrobiologia: obstáculos e possibilidades, a (re)ligação com o Cosmos e o ensino de ciências**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2013.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores deste curso, especialmente aos coordenadores, Prof. Antônio Carlos da Silva Miranda e Professora Énery Gislayne de Sousa Melo, que também atuaram como meus orientadores, à Professora Klyvia Leuthier, que participou da banca da minha apresentação e ao pesquisador Dr. Ivan Glaucius Lima Paulino, que colaborou com a indicação do material de pesquisa para esse trabalho.