

A Gênese da Astrobiologia: Contribuições para o Ensino de Ciências

The Genesis of Astrobiology: Contributions to Science Teaching

La Genesis de la Astrobiología: Contribuciones a la Enseñanza de las Ciencias

Ivone Delmiro da Silva¹

Wellington Pereira de Queirós²

Fecha de recepción: 18 de noviembre de 2021.

Fecha de aprobación: 12 de junio de 2022.

Resumo

Desde os tempos mais remotos, a humanidade procura explicações para entender “Como a vida começa e evolui?”, “Existe vida em outro lugar do Universo?” “Qual é o futuro da vida na Terra e além?”. Essas questões milenares são fundamentais para a Astrobiologia, uma ciência em construção, que utiliza ferramentas e procedimentos modernos para compreender os mecanismos da vida, sua origem e evolução, além de investigar a presença de vida fora da Terra. Assim, o presente estudo apresenta um histórico sobre a gênese da Astrobiologia e aponta as suas contribuições para o Ensino de Ciências. Com alto potencial em pesquisa, educação e divulgação, além da participação e colaboração de cientistas de diferentes nacionalidades, a Astrobiologia aliada a educação tem se mostrado como um exímio campo multidisciplinar e interdisciplinar.

Palavras-chave: Astrobiologia, História da Astrobiologia, Educação em Ciências.

Abstract

Since ancient times, humanity has been looking for explanations to understand "How does life begin and evolve?", "Is there life elsewhere in the Universe?" "What is the future of life on Earth and beyond?" These ancient questions are fundamental for Astrobiology, a science under construction that uses modern tools and procedures to understand the mechanisms of life, its origin and evolution, in addition to investigating the presence of life outside the Earth. Thus, this study presents a history of the genesis of Astrobiology and points out its contributions to Science Teaching. With high potential in research, education and dissemination, in addition to the participation and collaboration of scientists of different nationalities, astrobiology combined

¹ Mestrado em Ensino de Ciências. Professor da Rede Estadual de Educação de Mato Grosso do Sul. Email: ivone.delmiro@ufms.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6231-7375>.

² Doutorado em Educação para a Ciência. Professor da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul-Brasil. Email: Wellington.queiros@ufms.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9734-7136>.

with education has shown itself to be an outstanding multidisciplinary and interdisciplinary field.

Keywords: Astrobiology, History of Astrobiology, Science Education.

Resumen

Desde la antigüedad, la humanidad ha estado buscando explicaciones para comprender "¿Cómo comienza y evoluciona la vida?", "¿Hay vida en otras partes del Universo?" "¿Cuál es el futuro de la vida en la Tierra y más allá?" Estas antiguas preguntas son fundamentales para la Astrobiología, una ciencia en construcción que utiliza herramientas y procedimientos modernos para comprender los mecanismos de la vida, su origen y evolución, además de investigar la presencia de vida fuera de la Tierra. Así, este estudio presenta una historia de la génesis de la Astrobiología y señala sus contribuciones a la Enseñanza de las Ciencias. Con alto potencial en investigación, educación y difusión, además de la participación y colaboración de científicos de diferentes nacionalidades, la astrobiología combinada con la educación se ha mostrado como un destacado campo multidisciplinario e interdisciplinario.

Palabras clave: Astrobiología, Historia de la Astrobiología, Educación Científica.

Introdução

Desde os tempos mais remotos, a humanidade procura explicações para entender “Como a vida começa e evolui?”, “Existe vida em outro lugar do Universo?” “Qual é o futuro da vida na Terra e além?”. Essas questões milenares são fundamentais para a Astrobiologia, ciência que estuda as origens, evolução, distribuição e futuro da vida na Terra e no Universo (Nasa, 2021) e “tem implicações em como enxergamos a nós mesmos, como interagimos com a Terra e com o Universo” (Rothschild, 2016 *apud* Galante *et al.*, 2016, p.6). Os pesquisadores em Astrobiologia - físicos, químicos, biólogos, astrônomos, geólogos, cientistas planetários e filósofos buscam respostas sobre o fenômeno da vida no Universo, portanto, a Astrobiologia é considerada uma área de pesquisa multi, inter e até transdisciplinar (Galante *et al.*, 2016).

Atualmente, a Astrobiologia é considerada uma ciência emergente que está em processo de consolidação, usada em diferentes contextos, desde a década de 1940 (Blumberg, 2003). Em 1950, o Paradoxo de Fermi começa a discutir a vida extraterrestre inteligente e comunicante, sinalizando as primeiras inquietações da Astrobiologia com as questões “Se o Universo é tão grande e tão cheio de vida como dizem, por que não temos evidências? Onde está todo mundo?”.

Um marco para o reconhecimento dessa área de pesquisa aconteceu em 1998, ano em que a Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (Agência do Governo Federal dos Estados Unidos da América) – NASA, reestruturou e ampliou o programa de exobiologia, criando o

NASA Institute Astrobiology - NAI (Blumberg, 2003). “Essa mudança ocorreu após a NASA perceber, que, paralelamente à busca de vida fora da Terra, era necessário entender melhor a vida em nosso próprio planeta, a única que conhecemos e que deveria ser utilizada como modelo para entender uma possível vida extraterrestre” (Rodrigues, Galante, Avellar, 2016, p. 24).

Com o desenvolvimento tecnológico e consequente avanço das pesquisas espaciais, a Astrobiologia surge como uma área de pesquisa integradora e cabe ressaltar que, como todas as atividades humanas, é fruto de influências sociais, econômicas e culturais. “É preciso considerar, também, os impactos sociais e culturais da busca de vida extraterrestre. Esse tema debatido por séculos tanto nas culturas ocidentais como orientais, rendeu livros científicos e de ficção, motivou a criação de novos e sofisticados instrumentos de pesquisa, influenciou religiões e correntes filosóficas” (Crowe, 1997; Dick, 2000 *apud* Rodrigues, Galante, Avellar, 2016, p. 28).

Partindo dessas premissas, a Astrobiologia tem sua gênese a partir da exobiologia³ e dos avanços da tecnologia. Ao longo da história, o empreendimento científico e tecnológico do ser humano possibilitou maior clareza e mais detalhes sobre o Universo, o nosso planeta e a vida, tal como a conhecemos. Isso ampliou o conhecimento humano sobre aspectos importantes dos processos naturais em diversas áreas da ciência. Assim, o presente estudo apresenta um histórico sobre a gênese da Astrobiologia e aponta as suas contribuições para o Ensino de Ciências.

Nessa perspectiva, não se teve, neste trabalho, a pretensão de fazer uma pesquisa bibliográfica, ou, documental sistematizada; no entanto, utilizou-se, como fonte, a literatura brasileira e internacional sobre a temática, como artigos e livros de reconhecimento acadêmico, conforme expostas na lista de referências do presente artigo. A partir da descrição histórica da área de Astrobiologia e de sua relevância para o desenvolvimento da Ciência, apontamos as contribuições da temática para o Ensino de Ciências.

1. A Astrobiologia Moderna

A Astrobiologia confere um novo enfoque às questões muito antigas das civilizações humanas. O conhecimento hipotético e filosófico na Grécia Antiga acerca do Universo foi potencializado pelo conhecimento científico, que ao longo do tempo, permitiu os estudos científicos e sistemáticos sobre ele. A invenção dos telescópios, por exemplo, possibilitou ao ser humano explorar melhor os corpos celestes e compreender a sua dinâmica. Os avanços tecnológicos abriram caminho para a exploração humana do Planeta Vermelho, o que possibilitou diferentes descobertas e a expansão de nosso conhecimento (Nasa, 2021).

Nesse contexto de evolução tecnológica na corrida espacial, evidenciada na segunda metade do século XX, com a Guerra Fria, disputa entre Estados Unidos e União Soviética por hegemonia e poder, contextualiza a história da Astrobiologia Moderna. Nos anos 1960, a NASA

³ Termo criado por Joshua Lederberg, prêmio Nobel de Medicina em 1958, para descrever a busca científica de vida extraterrestre e instituída em 1960 pela NASA.

cria o Programa de Exobiologia, consolidado pelo interesse do Governo norte-americano na busca científica por vida extraterrestre:

No entanto, a exobiologia, apesar de atraente, levantou muitas críticas. Em especial, foi descrita como uma ciência sem objeto de estudo, uma vez que se propunha a estudar vida fora da Terra, a qual ainda não sabemos se existe. Além disso, depois de cerca de 50 anos de existência, a exobiologia não havia encontrado nenhuma evidência de vida extraterrestre (Rodrigues, Gallante, Avellar, 2016, p. 28).

Como já mencionado anteriormente, a mudança de enfoque que a NASA deu, trocando o termo “exo” para “astrobiologia” possibilitou o que denominamos de Astrobiologia Moderna, caracterizada como uma área de pesquisa capaz de: “[...] integrar pesquisadores de diferentes áreas para trabalharem com um enfoque inter e multi disciplinar em problemas científicos extremamente complexos, mas essenciais para compreendermos o fenômeno da vida no Universo” (Des Marais & Walter, 1999, p.397). Trata-se, portanto, de uma nova perspectiva para se discutir sobre a vida em um contexto mais amplo: o planeta Terra deixa de ser percebido como um sistema isolado e fechado, mas sim como um sistema dinâmico, que se comunica com meio astrofísico e interage com os fenômenos cósmicos. Para tal entendimento, a Astrobiologia Moderna utiliza-se dos conhecimentos modernos que envolvem, entre outras disciplinas, a química e a biologia, o que exige a contribuição de estudiosos de diferentes áreas, o que possibilita a comunicação e colaboração entre áreas e pesquisadores.

2. Temas centrais da Astrobiologia

A Astrobiologia é uma ciência em construção, que utiliza ferramentas e procedimentos modernos para compreender os mecanismos da vida, sua origem e evolução, além de investigar a presença de vida fora dos confins da Terra. Outra importante característica da Astrobiologia está na busca pelo entendimento de como os planetas funcionam, a fim de encontrar condições de habitabilidade. Cabe ainda ressaltar que são temas de estudo dos astrobiólogos, o estudo da vida em ambientes extremos da Terra (extremófilos) e o estudo da Paleontologia:

As condições de habitabilidade em um sistema planetário estão diretamente ligadas à massa da estrela, que fixa não apenas sua luminosidade, mas também seu tempo de vida, determinando, desse modo, o prazo no qual a estrela será capaz de manter um planeta habitável. Do ponto de vista planetário, outra propriedade essencial é a existência de um planeta dito “rochoso”, tal como a Terra, que seja capaz de manter água líquida na superfície durante os bilhões de anos supostamente necessários para a evolução da vida multicelular. Esse planeta ainda deve possuir um campo magnético expressivo, capaz de proteger sua superfície e sua biosfera do ataque de partículas energéticas provenientes dos ventos estelares e dos raios cósmicos. Deve também ser capaz de manter atividade geológica durante bilhões de anos [...] (Mello, 2016, p. 76).

Tais atributos refletem a única fórmula conhecida pela ciência para explicar, atualmente, a zona habitável, e de como a vida surgiu e evoluiu na Terra. Para os leigos, a Astrobiologia limita-se a procurar vida em outros planetas, mas, na verdade, é uma ciência mais complexa e ampla, pois engloba muito temas centrais, tais como a química prebiótica, origem e evolução da vida. Apesar de ser recente, já existem diversas pesquisas científicas importantes, reconhecidas pela comunidade acadêmica e publicadas em revistas de apreço científico, tais como *Nature* e *Science*:

O escopo da Astrobiologia figura-se mais vasto do que a procura por seres inteligentes e capazes de desenvolver ferramentas avançadas. A busca de vida extraterrestre baseia-se principalmente na prospecção de formas mais simples, que dominaram a história da evolução da vida na Terra: os microorganismos (Duarte, Ribeiro, Pellizari, 2016, p. 155).

Ao estudarmos a origem da vida na Terra, vemos que ela começou pouco tempo depois de sua formação. Há 3,8 bilhões de anos, a vida se desenvolveu em nosso planeta em sua forma microbiana, ocupando regiões com condições extremas e inabitáveis pela maioria dos seres vivos, tais como os conhecemos. A afinidade por ambientes extremos⁴ e inóspitos do nosso planeta, faz com que alguns microrganismos terrestres – os extremófilos – sejam importantes alvos de estudo da Astrobiologia (Rodrigues, Galante, Avellar, 2016).

A Astrobiologia vislumbra, por meio de estudos com extremófilos, a ocorrência e disseminação de seres vivos em ambientes extraterrestres. Portanto, um ambiente extremo em outro planeta do Sistema Solar, com temperaturas muito baixas, é passível de preservar componentes essenciais dos seres vivos, conforme apontam estudos com psicrófilos⁵. Além de inferir sobre a possibilidade de vida fora do nosso planeta, investigar os limites da vida, por meio dos extremófilos, a Astrobiologia contribui com o nosso entendimento acerca da variabilidade metabólica e a capacidade adaptativa desses organismos.

3. A Astrobiologia no Brasil

Em 1958, o naturalista e biólogo brasileiro Flávio Augusto Pereira escreveu o livro *Introdução à Astrobiologia*, compilando boa parte do entendimento daquele período sobre a existência de vida extraterrestre (Pereira, 1958). Porém, essa obra foi escrita antes das missões espaciais e, naquela época, os conceitos discutidos pela Astrobiologia se confundiam com a ufologia, que não tem valor científico comprovado (Rodrigues, Galante, Avellar, 2016, p. 38).

Nos anos 1980, o então professor do Departamento de Química da Universidade Federal de Pernambuco, Ricardo C. Ferreira, conduziu pesquisas pioneiras em química prebiótica⁶ e

⁴ O conceito ecológico de ambiente extremo está intrinsecamente atrelado ao conceito humano de habitabilidade.

⁵ Micro-organismos extremófilos capazes de sobreviver em ambientes com temperaturas próximas ao grau de congelamento, assim como baixos níveis de oxigênio, e de crescer na total ausência de substrato orgânico (Duarte; Ribeiro; Pellizari, 2016).

⁶ Estuda todas as reações e processos que poderiam ter contribuído para a origem da vida do planeta Terra, envolve as áreas de astrofísica, geologia, química, bioquímica, biologia, matemática e física com o objetivo de explicar o

origem da vida. Entre as décadas de 80 e 90, a busca de vida fora da Terra foi estudada, do ponto de vista histórico, por Eduardo Dorneles Barcelos, em seu mestrado e doutorado na Universidade de São Paulo (Barcelos, 2001). Apenas em 2006, a Astrobiologia começou a se institucionalizar no Brasil, através do I Workshop Brasileiro de Astrobiologia, que reuniu pesquisadores de diversas áreas e criou os primeiros grupos interdisciplinares de pesquisa:

Diversos projetos de pesquisa foram criados após essa data, e, em 2009 e 2010, os primeiros doutorados tendo astrobiologia como tema central foram defendidos por Douglas Galante (2009), em Astronomia (USP), e Ivan Paulino-Lima (2010), em Biologia (UFRJ) (Rodrigues, Galante, Avellar, 2016, p. 40).

No ano de 2010, com o intuito de estudar a biodiversidade da Terra e compreender suas conexões com os sistemas planetários, foi iniciada a instalação do Laboratório de Astrobiologia (AstroLab), na USP. Este projeto foi financiado pelo Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR – CNPQ), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e pelo Instituto Nacional de Estudos do Espaço (INEspaço) (Rodrigues *et al.*, 2012). Com esses incentivos, núcleos de pesquisa em Astrobiologia foram criados e equipamentos foram desenvolvidos:

Um dos principais equipamentos desenvolvidos pelos pesquisadores brasileiros é uma câmara capaz de simular ambientes espaciais e planetários, permitindo diversos estudos dentro da área de astrobiologia e ciências planetárias. [...] Em 2011, esse laboratório ganhou um grande impulso com a criação do Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia (NAP-AstroBio) [...] com participantes de todo o mundo, além de possibilitar que o grupo de pesquisa pudesse se associar como parceiro internacional do Instituto de Astrobiologia da NASA (NAI), além da Rede Europeia de Associações de Astrobiologia” (EANA) (Rodrigues, Galante, Avellar, 2016, p. 40).

A atividade de grupos de pesquisa relacionados com Astrobiologia no Brasil tem aumentado progressivamente, devido ao crescente acesso a dados astronômicos, provenientes do avanço tecnológico (potentes telescópios espaciais e terrestres e sondas planetárias), pelo interesse das agências de fomento em financiar projetos interdisciplinares de grande escopo e pelo interesse do público (Paulino-Lima & Lage, 2010). Todos esses esforços possibilitaram ao nosso país tornar-se um atuante membro da comunidade científica internacional em Astrobiologia.

4. Ensino de Astrobiologia: Algumas Considerações

A Astrobiologia é uma área de pesquisa nova no Brasil e no Mundo, com pouca informação, especialmente em português, tanto para alunos quanto para professores, sobre o que é de fato Astrobiologia e como se faz uma pesquisa na área (Galante *et al.*, 2016), já que possui

característica integradora e envolve vários campos do conhecimento.

Nesse contexto de interdisciplinaridade, a Astrobiologia aborda uma grande diversidade de conceitos científicos inerentes ao estudo da vida no Universo. E isto está em conformidade com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que engloba um viés articulado entre as disciplinas da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias (Biologia, Física e Química), cujas competências propõem um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Isso mostra que o documento sinaliza para a abordagem da Astrobiologia na Educação (Brasil, 2019).

No ensino superior, especificamente no Brasil existem alguns cursos de Pós-Graduação específicos na área de Astrobiologia, como por exemplo, o curso de especialização lato-sensu em Astrobiologia na Universidade Estadual de Londrina (UEL). Além disso, cursos de Pós-Graduação *lato-sensu* e *stricto sensu* em Astronomia e Astrofísica, que oferecem componentes curriculares de Astrobiologia e possibilitam o desenvolvimento de pesquisas e formação de recursos humanos especialistas com a temática de Astrobiologia.

No contexto internacional, existem algumas iniciativas de inserção da Astrobiologia na educação. De acordo com Stanley (2003), o aumento do interesse de estudantes sobre o assunto promoveu a publicação de várias obras em inglês, que são utilizadas nas universidades. Segundo Brennan (2004), a Astrobiologia, apesar de relativamente nova na ciência, encontrou um lugar no currículo de muitas universidades importantes e no nível intermediário, mescla tópicos e questões que podem estimular e auxiliar os alunos a ver como diferentes campos da ciência podem ser integrados.

Especificamente no contexto brasileiro, apesar da escassez de pesquisas na área de Educação em Astrobiologia, nos programas nacionais de pós-graduação, especialmente nos de Astronomia, é possível verificar alguns trabalhos que abordam a educação neste tema (Costa, 2021). Ferreira & Friaça (2017) exploraram o potencial da Astrobiologia como ferramenta de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) por meio de um projeto pedagógico. Gomes (2018), em sua dissertação de mestrado, investigou a possibilidade de introduzir a Astrobiologia como tema integrador para estimular a aprendizagem significativa dos conteúdos das disciplinas, que compõem a área de ciências da natureza. Silva (2018) destaca em seu trabalho que a Astrobiologia se mostrou extremamente fértil para a educação em ciências e a elaboração colaborativa entre professores de diferentes áreas, de um Guia para o ensino de Astrobiologia na Amazônia. Chefer (2020) questionou as compreensões sobre Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no ensino básico e superior no Brasil.

Apesar dessas iniciativas de pesquisa na Pós-Graduação da área de Ensino, ainda é muito tímida a produção de recursos didáticos e a discussão da temática de Astrobiologia nos cursos de formação inicial e continuada de professores (Costa, 2021). Isso indica a necessidade de inserção da temática nos cursos de formação inicial e continuada de professores, bem como a

construção de recursos didáticos com a temática que visem ao fomento de estratégias didáticas, seja na formação de professores, como também na educação básica:

O estudo da astrobiologia ajuda a esclarecer e sondar estes conhecimentos que, por suavez, também permitem fazer uma ponte com disciplinas indicadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), através das componentes curriculares física (surgimento dos planetas, temperatura das estrelas, gravitação), biologia (origem da vida, evolução biológica), matemática (distância entre planetas e estrelas, cálculo da zona habitável, equação de Drake), química (origem dos elementos químicos que formam a base para a vida, datação por carbono 14 ou radiocarbono, origem dos elementos químicos, nucleossíntese), além de conhecimentos de história (a origem e evolução da civilização humana na Terra, eras geológicas), geografia (separação dos continentes, mudanças climáticas), filosofia (perspectiva empirista a respeito da vida em outros planetas), sociologia (relações adaptativas da espécie homo). Ademais, o estudo da astrobiologia também conecta-se com o estudo das linguagens, introduzindo noções de arte rupestre, por exemplo, mostrando como formas de vida inteligente podem comunicar-se usando a linguagem e a arte, assim como fez a raça humana, e isto pode ser abordado através do estudo de figuras rupestres, por exemplo (Costa, 2021, p.144).

Assim, a partir dessa variabilidade de temas expostos entendemos que a temática de Astrobiologia tem elementos para sua inserção no processo educativo de forma multidisciplinar e interdisciplinar. De acordo com Domingues (2005, p.22) a multidisciplinaridade possui algumas características que são:

a) aproximação de diferentes disciplinas para a solução de problemas específicos; b) diversidade de metodologias: cada disciplina fica com a sua metodologia; c) os campos disciplinares, embora cooperem, guardam suas fronteiras e ficam imunes ao contato.

Nesse sentido, podemos planejar e executar práticas pedagógicas com a Astrobiologia de acordo com essas características apontadas por Domingues (2005) que é claro que vai depender do objetivo de estudo da Astrobiologia e do grupo de profissionais, como cientistas e educadores das diversas áreas do conhecimento. Essa especificidade multidisciplinar da Astrobiologia pode proporcionar a conexão com áreas das ciências naturais, humanas, exatas até às linguagens no processo de ensino-aprendizagem.

Já a interdisciplinaridade é um termo polissêmico, mas, por exemplo, para Freire (1997) é um processo de construção do conhecimento realizada pelo sujeito na sua realidade contextual e cultural. De acordo com o autor, ela pode ser caracterizada em dois aspectos dialéticos: a problematização na qual se desvela a realidade do e pelo sujeito e a sistematização integrada

dos conhecimentos envolvidos na triangulação, sujeito, objeto e o contexto sociocultural. Assim, podemos encarar a Astrobiologia e a sistematização dos conhecimentos de forma interdisciplinar integrada. Um caminho é mostrar que a Astrobiologia possibilita esclarecer aos sujeitos em sua realidade cultural e que esses conhecimentos proporcionados por essa ciência de forma integrada pode nos dar respostas de questionamentos da relação do homem com o meio que ele surgiu e evoluiu constantemente na complexa cadeia de existência do planeta Terra e dos seres vivos que o habitam, bem como sua relação com os outros astros do Universo.

5. Considerações Finais

Assim, pela descrição da gênese da Astrobiologia realizada no presente estudo entendemos do ponto de vista epistemológico que ela é uma ciência emergente. Capaz de trazer respostas a questões que intrigam a humanidade desde a sua origem: Como a vida se originou e evoluiu na Terra? Existe vida em outros planetas? E como a vida se adaptou a um planeta em constante mudança e como ela o fará no futuro? A resposta a essas questões passa por entendimentos e encorajamento de pesquisas como já discutido aqui nas várias áreas de conhecimento como Física, Astronomia, Química, Biologia, Geologia, Arqueologia entre outras que pode ter um enfoque interdisciplinar, ou, multidisciplinar.

Do ponto de vista da investigação no campo de Educação no Brasil, o estabelecimento da relação entre o ensino de ciências e a Astrobiologia apresenta-se muito escasso e desafiador. A formação de grupos de pesquisa vinculados às temáticas astrobiológicas das diferentes áreas do conhecimento que se correlacionam a este campo emergente abre um leque de possibilidades de desenvolvimento de saberes que auxiliam na construção de conhecimentos relativos a práticas educativas integradas (interdisciplinares, multidisciplinares e transdisciplinares) no ensino de ciências.

Assim, entendemos que a área de Astrobiologia tem alto potencial em pesquisa, educação e divulgação. Nesse sentido, esperamos que a presente descrição histórica da gênese da Astrobiologia e os possíveis caminhos apontados para o Ensino de Ciências possam servir de reflexão e encorajar novos estudos na área de Educação em Astrobiologia, haja vista as grandes possibilidades interdisciplinares e multidisciplinares que essa temática oferece.

Referências

- Barcelos, E. D. (2001). *Telegramas para Marte: A busca científica de vida e inteligência extraterrestre*. São Paulo: Jorge Zahar.
- Blumberg, B. S. (2003). The Nasa astrobiology institute: early history and organization. *Astrobiology*, 3(3), 463-470.
- Brasil. (2019). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília.
- Brennan, T. (2004). Astrobiology in the Classroom. *Science Scope*, 28(1), 45-47.
- Costa, F. S. M. (2021). Uma jornada pela vida no cosmos: relato de experiência de ensino de

astrobiologia na escola. *Cadernos de Astronomia*, 2(2), 142-152.

Chefer, C. (2020). *Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil: cosmovisões de pesquisadores e professores da área*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Paraná.

Des Marais, D. J., Walter, M. R. (1999). Astrobiology: exploring the origins, evolution, and distribution of life in the universe. *Annual Review of Ecology and Systematics*, (30), 397-420.

Domingues, I. (2005). Em busca do método. In: Domingues, I.. (Org.) *Conhecimento e transdisciplinaridade II: aspectos metodológicos*. Belo Horizonte: Editora UFMG.

Duarte, R T. D.; Ribeiro, C. G.; Pellizari, V. H. (2016). Vida ao extremo: A magnífica versatilidade da vida microbiana em ambientes extremos da Terra. In: Galante, D. (org.). *Astrobiologia: Uma ciência emergente*. São Paulo: Tikinet Edição, IAG/USP.

Ferreira, P. R.; Friaça, A. C. S. (2017). *A astrobiologia como ferramenta para alfabetização científica e tecnológica*. São Paulo: Editora USP.

Freire, P. (1997). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra,

Galante, D. (org.). *Astrobiologia: Uma ciência emergente*. São Paulo: Tikinet Edição, IAG/USP.

Gomes, S. F. (2018). *Astrobiologia: um tema integrador para o ensino de ciências*. 144 p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), campus Nilópolis, RJ.

Mello, G. P. de. (2016). Planetas habitáveis: Onde estão os lugares no Universo adequados ao nosso ou outros tipos de vida? In: Galante, D. (org.). *Astrobiologia: Uma ciência emergente*. São Paulo: Tikinet Edição, IAG/USP.

Nasa. (2021). *The NASA Astrobiology Institute Concludes Its 20-year Tenure*. Disponível em: <https://astrobiology.nasa.gov/nai/> Acesso em: 15 set. 2021.

Paulino-Lima, I. G., Lage, C.A.S. (2010). Astrobiologia: definição, aplicações, perspectivas e panorama brasileiro. *Bol. Soc. Astron. Bras.*, 29(1), 14-21.

Pereira, F. A. (1958). *Introdução à astrobiologia*. São Paulo: José Olympio.

Rodrigues, F., Galante, D., Avellar, M. G. B. (2016). Astrobiologia: Estudando a vida no Universo. In: Galante, D. (org.). *Astrobiologia: Uma ciência emergente*. São Paulo: Tikinet Edição, IAG/USP.

Rodrigues, F. *et al.* (2012). Astrobiology in Brazil: early history and perspectives. *International Journal of Astrobiology*, 11(4), 189-202.

Silva, L. M. A. da. (2018). *Guia para o ensino de Astrobiologia na Amazônia: contextualizações para a educação básica*. 206 f. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, USP, SP.



Stanley, J. T. (2003). Astrobiology, the transcendent science: the promise of astrobiology as an integrative approach for science and engineering education and research. *Curr. Opin. Biotechnol*, 14(3):347-354.

Zaia, D. A. M., Zaia, C. T. B. V., Carneiro, C. E. A. (2016). Química prebiótica: A química da origem da vida. In: Galante, D. (org.). *Astrobiología: Uma ciência emergente*. São Paulo: Tikinet Edição, IAG/USP.

PRELIMINAR