



## **Astrobiologia e ensino de ciências: articulações no paradigma educacional emergente**

*Astrobiology and science education: articulations in  
the emerging educational paradigm*

*Astrobiología y enseñanza de las ciencias:  
articulaciones en el paradigma educativo emergente*

CLAUDIANE CHEFER <sup>a</sup>

ANDRÉ LUIS DE OLIVEIRA <sup>b</sup>

### Resumo

Dentre as atuais abordagens da pesquisa científica, que buscam a partir de uma visão multidisciplinar estudar os problemas científicos complexos que envolvem a possibilidade de a vida ser intrínseca ao Universo, encontra-se a Astrobiologia. Diante dos pressupostos integradores de uma área inovadora de investigação científica, inquietou-se interrogar: A ótica do paradigma da complexidade pode perspectivar o ensino de temas da astrobiologia no ensino de ciências? Quais são as possibilidades de articulações que podem fundamentar este trabalho? Nessa pesquisa, recorte da fundamentação teórica de uma Dissertação de Mestrado defendida em 2020, buscou-se apontar as consonâncias entre o Paradigma da Complexidade e a emergência da Astrobiologia como campo de pesquisa científica, com vias em traçar aspectos diante das possibilidades de perspectivação do ensino da vida no universo, norteado pela ótica da complexidade no contexto da Educação para a ciência. Para isso, foi empregada uma Pesquisa Qualitativa de cunho bibliográfico pautada na Revisão Sistemática. Mediante a análise, foram discutidas as dimensões disciplinares do conhecimento, bem como foi apresentado um parâmetro geral da Astrobiologia como campo de pesquisa reemergente da ciência

---

<sup>a</sup> Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR, Brasil. Mestre em Ensino de Ciências, e-mail: cluchefer@hotmail.com

<sup>b</sup> Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR, Brasil. Doutor em Ensino de Ciências, e-mail: aloprof@gmail.com

e suas potencialidades no contexto educacional. Logo, foi possível articular e inferir possibilidades que podem ser mobilizadas ao trabalhar temas da Astrobiologia na educação para a ciência, norteados pelo enfoque paradigmático da complexidade. Assim, almejou-se com este estudo encaminhar e clamar com urgência e, sobretudo, ampliar ações educativas que visem pelo progresso de mudanças paradigmáticas e reformas de pensamento que contemplem a construção de uma consciência planetária.

**Palavras-chave:** Astrobiologia. Revisão Sistemática. Pensamento complexo. Complexidade. Ensino de ciências.

### *Abstract*

*Among the current approaches to scientific research, which seek from a multidisciplinary viewpoint to study the complex scientific problems that involve the possibility of life being intrinsic to the Universe, is Astrobiology. Given the integrative assumptions of an innovative area of scientific investigation, he was concerned to ask: Can the perspective of the paradigm of complexity put a perspective on the teaching of astrobiology topics in science education? What are the possibilities of articulations that can support this work? In this research, part of a Master's Dissertation defended in 2020, we sought to point out the consonances between the Complexity Paradigm and the emergence of Astrobiology as a field of scientific research, with ways of tracing aspects regarding the possibilities of perspective of teaching life in universe guided by the perspective of complexity in the context of Education for Science. For this, a Qualitative Research of bibliographic nature was used, based on Systematic Review. Through the analysis, the disciplinary dimensions of knowledge were discussed, as well as a general parameter of Astrobiology as a re-emerging research field of science and its potential in the educational context was presented. Therefore, it was possible to articulate and infer possibilities that can be mobilized when working on Astrobiology themes in science education guided by the paradigmatic approach to complexity. Thus, the aim of this study was to urgently forward and claim, and above all, expand educational actions aimed at the progress of paradigm shifts and thought reforms that contemplate the construction of a planetary consciousness.*

**Keywords:** Astrobiology. Systematic review. Complex thinking. Complexity. Science teaching.

### *Resumen*

*Entre los enfoques actuales de la investigación científica, que buscan desde un punto de vista multidisciplinario estudiar los complejos problemas científicos que implican la posibilidad de que la vida sea intrínseca al Universo, se encuentra la Astrobiología. Dados los supuestos integradores de un área innovadora de investigación científica, le preocupaba preguntarse: ¿Puede la perspectiva del paradigma de la complejidad poner una perspectiva sobre la enseñanza de temas de astrobiología en la educación científica? ¿Cuáles son las posibilidades de articulaciones que pueden apoyar este trabajo? En esta*

*investigación, parte de una Tesis de Maestría defendida en 2020, se buscó señalar las consonancias entre el Paradigma de Complejidad y la emergencia de la Astrobiología como campo de investigación científica, con formas de trazar aspectos sobre las posibilidades de perspectiva de la vida docente en universo guiado por la perspectiva de la complejidad en el contexto de la Educación para la Ciencia. Para ello se utilizó una Investigación Cualitativa de carácter bibliográfico, basada en Revisión Sistemática. A través del análisis, se discutieron las dimensiones disciplinarias del conocimiento, así como se presentó un parámetro general de la Astrobiología como campo de investigación de la ciencia reemergente y su potencial en el contexto educativo. Por lo tanto, fue posible articular e inferir posibilidades que se pueden movilizar al trabajar en temas de Astrobiología en la educación científica guiados por el enfoque paradigmático de la complejidad. Así, el objetivo de este estudio fue avanzar y reivindicar, y sobre todo, expandir acciones educativas encaminadas al avance de cambios de paradigma y reformas de pensamiento que contemplen la construcción de una conciencia planetaria.*

**Palabras clave:** Astrobiología. Revisión sistemática. Pensamiento complejo. Complejidad. Enseñanza de las ciencias.

*Abrir-se ao Cosmo é entrar na aventura desconhecida, onde talvez sejamos, ao mesmo tempo, desbravadores e desviantes; abrir-se à physis é ligar-se ao problema da organização das partículas, átomos, moléculas, macromoléculas, que se encontram no interior das células de cada um de nós; abrir-se para a vida é abrir-se também para as nossas vidas.*

(MORIN, 2000).

## Introdução

A história da humanidade teve início a partir de uma diáspora<sup>1</sup> planetária que influenciou todos os continentes. Hoje, na era da comunicação planetária, os diversos fragmentos da diáspora humana, apesar de seres da mesma espécie, levaram à enorme diversidade linguística e cultural em todos os domínios do globo (MORIN, 2002). O epistemólogo francês Edgar Morin chama a era em que vivemos de “Era planetária”, uma vez que une e afeta o planeta como um todo.

A ideia de planetarização tem como principal objetivo educar para o nascimento de uma sociedade-mundo, uma sociedade que entende o mundo como

---

<sup>1</sup> Diáspora é um substantivo feminino com origem no termo grego "diasporá" que significa dispersão de povos por motivos políticos ou religiosos (DICIONÁRIO ONLINE, 2019).

casa e a civilização como nação. Na era planetária faz-se necessário contextualizar o todo a partir do complexo planetário no qual “o conhecimento do mundo como mundo é necessidade ao mesmo tempo intelectual e vital. É o problema universal de todo cidadão [...]” (MORIN, 2002, p. 35).

Para a organização dos saberes com vias em (re)conhecer os problemas do globo, deve-se urgir de forma paradigmática, uma reforma de pensamento. Nas obras de Morin (1921- atual) encontramos a edificação de uma revolução do conhecimento na busca perpetuar o pensamento complexo. De acordo com o autor, para a existência desse axioma faz-se necessário emergir o paradigma da complexidade, que exige uma nova visão de mundo, a partir de uma ótica de totalidade e de conexão (MORIN, 2007).

A mudança de paradigma necessita ser progressista e, por sua vez, deve ocorrer primariamente no contexto da Educação. Nesse cenário de imprescindíveis mudanças, o/a educador/a, responsável pela organização do conhecimento, necessita de estratégias de ensino inovadoras e integradoras que visam romper com o conhecimento fragmentado cunhado pelo paradigma reducionista.

Este novo paradigma educacional traz a percepção de um mundo complexo, destacando a compreensão ecossistêmica da vida que enfatiza as relações do todo com as partes. O que significa que necessitamos de uma inteligência da complexidade no sentido de provocar transformações mais significativas, relevantes, pertinentes e necessárias, condizentes com a atual evolução da ciência e dos problemas contemporâneos (MORAES, 1997).

Dentre as atuais propostas integradoras no contexto do ensino de ciências, que buscam a interdisciplinaridade como ferramenta contra a fragmentação do ensino aliado a uma desejada mudança no paradigma de visão de mundo de professores/as e estudantes, encontra-se a pesquisa em Astrobiologia (SOUZA, 2013). Esta é considerada um reemergente campo de pesquisa científica que, em síntese, busca entender a origem, evolução, distribuição, interação e o futuro da vida na Terra ou fora dela (BLUMBERG, 2003).

A astrobiologia tem implicações em como enxergamos a nós mesmos e como interagimos com a Terra e com o Universo (GALANTE et al., 2016). Assim, ao tratar o estudo da vida a partir de um olhar cósmico, pode-se emergir a possibilidade do

resgate da identidade terrena e proceder a (re)conexão do ser humano com o planeta em que habita, educando-o e conscientizando-o sobre a urgente necessidade de “cuidar” de sua casa planetária para a preservação da espécie (RODRIGUES et al., 2012; SOUZA, 2013).

Staley (2003) fala sobre a natureza da Astrobiologia, o quanto é notável seu potencial multidisciplinar na pesquisa e principalmente na educação ao tocar virtualmente diversas disciplinas advindas do conhecimento científico. Seguindo esses pressupostos, nos inquietamos a interrogar: A ótica do paradigma da complexidade pode perspectivar o ensino de temas da astrobiologia no ensino de ciências? Quais são as possibilidades de articulações que podem fundamentar este trabalho?

Nessa pesquisa, recorte da fundamentação teórica de uma Dissertação de Mestrado<sup>2</sup> defendida em 2020, buscamos apontar as consonâncias entre o Paradigma da Complexidade e a emergência da Astrobiologia como campo de pesquisa científica, com vias em traçar aspectos diante as possibilidades de perspectivação do ensino da vida no universo pela ótica da complexidade no contexto da Educação para a ciência. Para isso, empregamos uma Pesquisa Qualitativa de cunho bibliográfico, por meio da Revisão Sistemática. Este tipo de abordagem segundo Rother (2007), tem como objetivo levantar, reunir, avaliar criticamente e sintetizar os resultados de forma sistemática e rigorosa de diversos estudos relevantes a área de pesquisa em curso.

Organizamos esta pesquisa sistemática acerca das potencialidades da Astrobiologia na Educação científica perspectivada no Paradigma da Complexidade, em três seções. Na primeira, destinamos espaço para discutir brevemente as dimensões disciplinares do conhecimento e apontar alguns elementos relacionados ao Paradigma da Complexidade e ao pensamento complexo. Na segunda seção, apresentamos um parâmetro geral da Astrobiologia como campo de pesquisa reemergente da ciência, além de assinalar algumas potencialidades dessa área no contexto educacional. Já na última seção, nos preocupamos em articular e inferir potencialidades que podem ser mobilizadas ao trabalhar temas da Astrobiologia na educação para a ciência norteados pelo enfoque paradigmático da complexidade.

---

<sup>2</sup> Link de Acesso:

[http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/5989/1/Claudiane%20Chefer\\_2020.pdf](http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/5989/1/Claudiane%20Chefer_2020.pdf)

## *O Paradigma da complexidade e as dimensões disciplinares*

A palavra “Complexidade” tem origem da palavra latina *complectere*, que significa trançar e enlaçar. Para Morin (2000, p. 38):

*Complexus* significa o que foi tecido junto; de fato, há complexidade quando os elementos diferentes são inseparáveis constitutivos do todo (como o econômico, o político, o sociológico, o psicológico, o afetivo, o mitológico) e há um tecido interdependente, interativo e inter-retroativo entre o objeto de conhecimento e seu contexto, as partes e o todo, o todo e as partes, as partes entre si.

O termo complexidade deve ser entendido como uma palavra-problema e não como uma palavra-solução (MORIN, 2007). Ela faz parte da ciência e da vida cotidiana na qual viver e morrer são partes do mesmo complexo biológico dos seres vivos, está presente na integração e desintegração do Universo (MORIN, 2007; BEHRENS, 2006).

A complexidade busca atender a demanda do conhecimento justamente onde o pensamento simplificado não alcança. Enquanto o paradigma reducionista impõe separar, reduzir e desintegrar, “o pensamento complexo integra o mais possível dos modos simplificadores de pensar, mas recusa as consequências mutiladoras, redutoras, unidimensionais e, ilusórias de uma simplificação” (MORIN, 2007, p. 8).

O pensamento complexo não é oposto ao pensamento simplificado, procura incorporá-lo, porém, busca distinção e não a separação. Dito assim, Morin, (1999, p. 29) infere que:

Não se trata, portanto de abandonar os princípios de ordem, de separabilidade e de lógica - mas de integrá-los numa concepção mais rica. Não se trata de opor um holismo global vazio ao reducionismo mutilante. Trata-se de repor as partes na totalidade, de articular os princípios de ordem e de desordem, de separação e de união, de autonomia e de dependência, em dialógica (complementares, concorrentes e antagônicos) no Universo.

Segundo Morin (2007, p. 76), o pensar complexo “[...] é capaz de contextualizar e globalizar, mas pode ao mesmo tempo reconhecer o que é singular e concreto”. No paradigma da complexidade é necessário incorporar o pensamento complexo que advém da incerteza e é capaz de construir a organização mediante uma relação infinita de ida e volta, do todo para as partes e das partes para o todo. Articular

os princípios de ordem e desordem, de separação e união, de autonomia e dependência que muitas vezes são complementares, antagônicos e adversos.

A complexidade advém de um princípio de pensamento que permite (re)ligar as coisas que parecem estar dissociadas umas das outras. Para Morin (2002), o termo disciplina corresponde à diversidade de domínios das ciências que institui a categorização e a especialização do conhecimento científico-acadêmico. “Apesar de estar englobada num conjunto científico mais vasto, uma disciplina tende naturalmente à autonomia pela delimitação de suas fronteiras, pela linguagem que instaura, [...] e, eventualmente, pelas teorias que lhe são próprias” (MORIN, 2002, p. 37).

Para Pombo (2004), a disciplina como campo do conhecimento recorre à etimologia dos prefixos que antecedem e derivam do termo disciplina. Os prefixos *pluri*, *inter* e *trans* devem ser reconhecidos como uma espécie de *continuum* que vai respectivamente:

[...] da coordenação à combinação e desta à fusão. Se juntarmos a esta continuidade de forma um *crescendum* de intensidade, teremos qualquer coisa deste género: do paralelismo *pluridisciplinar* ao perspectivismo e convergência *interdisciplinar* e, desta, ao holismo e unificação *transdisciplinar* (POMBO, 2004, p. 5, grifo da autora).

Os níveis de integração entre as disciplinas podem ser classificados em diferentes perspectivas e formas, partindo de empréstimos de teorias e metodologias até o deslocamento ou dissolução de fronteiras entre os campos científicos envolvidos. Pombo (2004) ressalta que todos esses termos e prefixos não negam a disciplina, uma vez que é por meio dela que as interações estão ancoradas para o seu desenvolvimento.

A justaposição de disciplinas e ideias do conhecimento científico constitui-se como o cerne da multidisciplinaridade ou da pluridisciplinaridade. Para Nicolescu et al. (2000), a multidisciplinaridade corresponde à busca da integração de saberes que ultrapassa as disciplinas, mas sua finalidade continua intrínseca na estrutura disciplinar.

A multidisciplinaridade, de acordo com Bicalho e Oliveira (2011), estaria hierarquicamente no primeiro nível inferior de integração entre as disciplinas quando comparada à *inter* e à *transdisciplinaridade*. Assim sendo, a integração multidisciplinar

não busca a interação de disciplinas no nível de conteúdo ou metodológico, mas procura os saberes que podem ser compartilhados (KOBASHI; TÁLAMO, 2003).

Entre a abordagem multidisciplinar e a transdisciplinar encontra-se a interdisciplinaridade que diz respeito ao intercâmbio e enriquecimento mútuo entre as disciplinas. Japiassu e Marcondes (1991) definem a interdisciplinaridade como um método de pesquisa e de ensino que pode oferecer interação entre duas ou mais disciplinas. Segundo os mesmos autores, a dimensão interdisciplinar possui como objeto de estudo a exploração das fronteiras das disciplinas e de suas zonas intermediárias com o objetivo de superar a independência e o isolamento disciplinar.

Quando o conceito de interdisciplinaridade recai na educação, Fazenda (2008) afirma que a prática interdisciplinar não deve permanecer apenas na prática empírica, mas é preciso que se proceda a uma análise detalhada dos porquês dessa prática de forma histórica e culturalmente contextualizada. Para a mesma autora, a pesquisa interdisciplinar, em todos os campos da sociedade, somente torna-se possível quando várias disciplinas se reúnem a partir de um mesmo objetivo, porém, é necessário criar uma situação problema comum.

A transdisciplinaridade, por sua vez, é o que permite o entendimento de uma visão de mundo mais complexa por meio das disciplinas. Deste modo:

Deveríamos, portanto, ser animados por um princípio de pensamento que nos permitisse ligar as coisas que nos parecem separadas umas em relação às outras. Ora, o nosso sistema educativo privilegia a separação em vez de praticar a ligação. A organização do conhecimento sob a forma de disciplinas seria útil se estas não estivessem fechadas em si mesmas, compartimentadas umas em relação às outras [...]. Vivemos numa realidade multidimensional, simultaneamente econômica, psicológica, mitológica, sociológica, mas estudamos estas dimensões separadamente, e não umas em relação com as outras. O princípio de separação torna-nos talvez mais lúcidos sobre uma pequena parte separada do seu contexto, mas nos torna cegos ou míopes sobre a relação entre a parte e o seu contexto (MORIN, 1999, p.14).

Nicolescu (1999, p. 36) diz que a complexidade determina a aceleração da multiplicação das disciplinas as quais se expandem numa abordagem transdisciplinar. A transdisciplinaridade, segundo Japiassú (1976), abarca uma organização comum e múltipla de todas as disciplinas e interdisciplinas em um sistema inovador de ensino. A ótica transdisciplinar não é um método, mas sim uma estratégia, um caminho que atravessa os saberes (CARVALHO, 2008).

De acordo com Morin (2010), a transdisciplinaridade propõe a (re)ligação dos saberes que foram fragmentados e compartimentados. O prefixo “trans” indica aquilo que está ao mesmo tempo entre, através e além das disciplinas. Representa um nível de integração e de interconexão disciplinar na busca de uma ótica complexa, configurando-se como uma espécie de organização máxima de relações na integração das disciplinas.

Embora alguns estudiosos procurem mostrar a “supremacia” de um dos dois termos, para Nicolescu (2000), há mútua dependência entre transdisciplinaridade e complexidade. O autor ainda estabelece três pilares para a transdisciplinaridade, sendo eles a lógica do terceiro incluído, os níveis de realidade e a complexidade.

A lógica do terceiro incluído contrapõe e complementa a lógica aristotélica. Os estudos quânticos e microfísicos tornaram possível o conhecimento de que há a coexistência de pares de contraditórios mutuamente exclusivos, como partícula e onda que contradizem a lógica clássica. Os níveis de realidade, de acordo com Nicolescu (2000), são níveis que estruturam a realidade transdisciplinar, a qual substitui aquela realidade do pensamento clássico unidimensional. A complexidade, por sua vez, é explanada por Morin.

A Astrobiologia, como um campo de pesquisa potencialmente integrativo, emergente e inovador aparenta encaixar-se nas discussões acerca do paradigma da complexidade descrito por Morin (2007), bem como nas discussões de integração disciplinares propostas por Nicolescu (2000) e Fazenda (2008). Essa temática, uma vez que fundamentalmente trata da vida e suas multidimensionalidades, tende a emergir como uma ferramenta necessária para enfrentar os urgentes problemas do mundo contemporâneo, principalmente no que se refere a religação das fronteiras disciplinares na educação e no ensino das ciências.

### *Astrobiologia uma ciência emergente*

Desde a alvorada da civilização humana há milhares de anos atrás, diferentes culturas e gerações “olham à sua volta e tentam explicar o mundo que as cerca” (ZAIA, 2003, p. 260). De onde viemos? Onde estamos? Para onde vamos? Estamos

sós? Existe vida além e aquém da Terra? São questionamentos que permeiam a história da humanidade. Para Morin (1986), o ser humano procura explicações físicas, biológicas, filosóficas, antropológicas, sociológicas, históricas, entre outras para a resolução dessas questões, porém, muitas vezes as possibilidades de respostas geram perguntas mais extensas do que as que a desencadearam.

Atualmente, as perguntas supracitadas são questionamentos de estudo basais da reemergente área de pesquisa científica denominada Astrobiologia. O Instituto de Astrobiologia da *National Aeronautics and Space Administration* (NAI/NASA) a define como o estudo do fenômeno da vida no Universo.

Para Monteiro e Fonseca (2014, p. 2890):

A Astrobiologia é a área do conhecimento que busca estudar a vida como elemento intrínseco do contexto cósmico, e não separada deste, inferindo ainda se existe vida em outros locais do Universo, bem como o futuro da vida na Terra e onde quer que ela possa existir.

Friaça (2007, p. 30) ressalta que este campo da pesquisa científica “é cheia de efervescência intelectual dessas grandes questões”. A Astrobiologia permite que esses questionamentos vitais sejam estudados por meio de equipamentos, métodos, bases científicas e tecnológicas, construindo-se como um paradigma emergente que progressivamente integra as fronteiras disciplinares.

O estudo da vida no Universo possui dois objetos de estudo tão vastos, a vida na Terra, local singular que por hora reconhecemos sistemas vivos, e os ambientes fora da terra, não conformando-se como uma nova disciplina, mas sim um novo enfoque para essas questões.

Cockell (2002, p. 263, tradução nossa) corrobora ao afirmar que:

A "astrobiologia" consiste em uma área reemergente da ciência, que representa uma nova síntese do pensamento interdisciplinar que, em muitos aspectos, tem semelhanças com o que nos séculos XVIII e XIX foi chamada de "Ciência Natural". Mas, a nova astrobiologia oferece à comunidade científica, incluindo a comunidade espacial, duas possibilidades importante. Primeiro, uma oportunidade de fortalecer diversas disciplinas científicas em conjunto para responder algumas questões fundamentais sobre a relação entre a vida e o ambiente cósmico e, em segundo lugar, a chance de criar um novo ambiente propício ao pensamento interdisciplinar.

Segundo Galante et al. (2016) a Astrobiologia é uma “metadisciplina”<sup>3</sup> que, empregando toda ciência útil onde ela puder ser encontrada, reúne pesquisadores de diferentes áreas da ciência que buscam evidências conclusivas para responder os questionamentos basais sobre a vida em nosso planeta e além:

Astrônomos procuram planetas semelhantes a Terra, biólogos determinam as condições capazes de abrigar vida, químicos criam moléculas orgânicas em condições abióticas e geólogos descobrem fósseis de antigos micro-organismos. Este empreendimento científico é conhecido atualmente como astrobiologia [...] que utiliza uma abordagem multidisciplinar (PAULINO-LIMA, 2011, p. 58).

Apesar de existirem interpretações pautadas em pressupostos filosóficos desde as civilizações antigas, o estudo sobre a vida no Universo só ganhou espaço nos debates científicos a partir da década de 1940. Segundo Quillfeldt (2016), a moderna Astrobiologia foi um avanço a partir da Exobiologia<sup>4</sup> e deve ser entendida como consequência direta do avanço tecnológico e da conquista do espaço resultantes das demandas políticas, sociais e financeiras da atividade humana.

Frente a essa visão retrospectiva, a moderna Astrobiologia aceita e investiga principalmente a possibilidade de vida extraterrestre microscópica e unicelular. As pesquisas, neste sentido, indicam que é mais provável que sejam feitas descobertas no ramo da Astrobiologia que supõe a existência de vizinhos microscópicos em vez de civilizações extraterrestres.

A busca pelo entendimento da vida no Universo em pouco tempo produziu resultados científicos importantes, diversas são as pesquisas com esse enfoque e cada vez mais pesquisadores têm se reconhecido como astrobiólogos. Não é à toa que a Astrobiologia, hoje, constitui-se como uma das frentes de pesquisa de grandes agências aeroespaciais como a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA, Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço) e a *European Space Agency* (ESA, Agência Espacial Europeia).

---

<sup>3</sup> De acordo com Santos (2000) Metadisciplina é um conjunto de disciplinas onde seus materiais constitutivos são os mesmos, no caso o mundo. É uma união das diversas disciplinas e não possuem fronteiras sólidas entre elas, bem como sua constituição é uma possibilidade para a transdisciplinaridade.

<sup>4</sup> O termo “Exobiologia” foi criado pelo Médico Joshua Lederberg (1925-2008) em 1960 e usado por quase quarenta anos para denominar o programa científico da NASA sobre a busca de vida fora da Terra.

No Brasil, como em muitos lugares do mundo, o panorama de pesquisas em astrobiologia está apenas começando. Segundo Paulino-Lima (2011), no cenário nacional existem muitos pesquisadores com linhas de pesquisa relevantes para a área que ainda não deram enfoque astrobiológico às suas investigações. Assim, se faz necessária a mobilização de ações que integrem e tracem a astrobiologia como uma ferramenta de pesquisa, tecnologia, divulgação e principalmente de Educação.

Os preceitos da Astrobiologia estão preconizados nos ramos que se inter-relacionam, como a Astronomia, Biologia, Física, Química e Geografia, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) na área das Ciências Naturais. No Estado do Paraná as orientações para o ensino de ciências são norteadas pelas Diretrizes Curriculares para a Educação Básica — DCE (PARANÁ, 2008).

Nos últimos dois anos, as diretrizes curriculares para a Educação Básica foram estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para as redes públicas e privadas de ensino do país. Segundo a diretriz, deve-se propor uma mudança de paradigma no ensino de ciências através de um trabalho em espiral (BRASIL, 2018). Os aspectos relacionados à Astrobiologia são trabalhados a partir do terceiro e quarto ciclo do Ensino Fundamental e reforçado no Ensino Médio, mediante os temas preconizados, respectivamente, na área de “Ciências da Natureza” e “Ciências da Natureza e suas tecnologias”.

No que se refere aos cursos de formação superior na área das ciências, ocorrem esforços de alguns professores(as) em várias regiões do País oferecendo cursos temporários, bem como disciplinas regulares e optativas. São observados conceitos relacionados à astrobiologia no currículo de vários cursos de formação superior, principalmente nos de Ciências Naturais e Ciências Biológicas, porém, não é dada a ampla abordagem que o estudo multidisciplinar da vida no Universo carece para ser trabalhado.

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 busca pelo entendimento do fenômeno da vida no Universo aborda temas que abrem caminhos para a curiosidade e a admiração entre os estudantes. Seu caráter

integrador permite transpor múltiplas áreas do conhecimento que proporcionam a construção de pontes entre diversas disciplinas, derrubando fronteiras tradicionais entre as áreas do conhecimento (STALEY, 2003).

Apesar de seus pressupostos, segundo Ferreira (2017), não se pode obrigar ou introduzir forçosamente a Astrobiologia no país com a pretensão de um ensino de ciências de qualidade sem antes questionar sobre seus objetivos e apontar os caminhos que podem ser seguidos para sua reflexão e inserção em sala de aula.

Frente às grandes crises atuais e às adversidades impostas pelos meios de produção capitalista e neoliberal de subsistência, as fronteiras artificiais do conhecimento começam a perder sentido e as disciplinas antes separadas precisam ser integradas para compreender os múltiplos tecidos do complexo e os problemas da sociedade humana que o paradigma simplificador e redutor foi incapaz de resolver. Assim, é necessário modificar nosso pensamento, para enfrentar o desafio da complexidade do mundo real.

A Astrobiologia como área integradora e inovadora de pesquisa, necessita estar igualmente perspectivada no contexto de um ensino de ciências norteado por um paradigma inovador, menos mutilador, que favoreça o processo de mudança de pensamento dos indivíduos e que, ainda, inclua ações multi, inter e transdisciplinares pertinentes a educação e a alfabetização científica.

Azevedo et al. (2008) expõe que o estudo da vida no Universo urge como uma proposta de inovação nos paradigmas científicos, diante da crise paradigmática têm uma posição epistemológica antipositivista pautada nas concepções de complexidade, interdisciplinaridade, resgate da subjetividade e valorização das questões ética e ecológica da vida.

Uma vez que a Astrobiologia trata fundamentalmente das múltiplas dimensionalidades da vida e atravessa os limites do conhecimento, aparenta se encaixar nas discussões sobre a educação do futuro e as mudanças tão necessárias de pensamento descritas por Morin (SOUZA, 2013). Sendo assim, faz-se necessário reconhecer e inferir potencialidades e possibilidades que podem ser mobilizadas ao trabalhar temas da Astrobiologia na educação para a ciência perspectivadas pelo enfoque paradigmático da complexidade.

## **Astrobiologia: um manifesto pela complexidade**

A complexidade reivindica a transdisciplinaridade como centro vital nas discussões planetárias propondo uma reforma de pensamento no sistema educacional. Contudo, Moraes (1997) faz os seguintes questionamentos a respeito de como a educação nacional vem propiciando a nova mundivivência escolar:

Até que ponto educação e ambientes de aprendizagem vêm facilitando os diálogos do indivíduo consigo mesmo, com a sociedade e a natureza? E de que forma os princípios do atual modelo científico poderão ampliar a nossa percepção de mundo, de realidade, do ser humano e colaborar para a transformação dos processos educacionais? (MORAES, 1997, p. 13).

Apesar das condições não parecerem favoráveis devido às demandas institucionais e políticas, para Morin (1988), essa reforma de pensamento deve partir dos educadores que necessitam procurar uma formação para a complexidade pela transdisciplinaridade. Para isso, o epistemólogo francês parafraseia a frase de Karl Marx (1818-1883): “quem educará os educadores?”. Esse processo formativo, por sua vez, deve partir além do ponto de vista das ciências humanas, da ótica das ciências naturais renovadas e reunidas, o que Morin chama de “ciências do novo tipo”, sendo elas: a Cosmologia, as Ciências da Terra e a Ecologia.

A Astrobiologia como campo de pesquisa associa a partir da perspectiva do estudo da vida no Universo as ditas “ciências do novo tipo” propostas por Morin. Friaça (2010, p. 97) afirma que o termo Astrobiologia:

[...] envolve a fusão de duas disciplinas tradicionais, a Astronomia e a Biologia, e integra imediatamente a Física, Química e Geologia. Incorpora também as ciências que surgiram no século XX do cruzamento interdisciplinar das ciências clássicas acima: astrofísica, bioquímica, geofísica, geoquímica, biologia molecular. Além disso, abriga também as ciências novíssimas de importância crescente no século XXI: ecologia, ciências da complexidade, ciências planetárias, ciências atmosféricas, teoria da informação, nanociências, biologia sintética.

Segundo Steinhauer (2014), os sujeitos que desenvolvem a pesquisa em Astrobiologia, e também em outras abordagens que possuem implicações político-culturais sobre a vida, não apenas precisam usar ou trazer muitas disciplinas de maneira interdisciplinar, mas precisam também agregar uma abordagem

transdisciplinar. Tendo em vista premissas para coordenar as várias disciplinas e abordagens qualitativas e quantitativas da vida, para o mesmo autor, as ideias de Transdisciplinaridade de Nicolescu e o Pensamento Complexo de Edgar Morin, entre outras Metafilosofias<sup>5</sup>, devem ser capazes de auxiliar o desenvolvimento de práticas transdisciplinares, integradoras e inovadoras para toda a sociedade.

Para Morin (2003, p. 35), “o que é o mundo, o que é nossa Terra, de onde viemos?” são questões que permitem arraigar e situar a condição humana no Cosmo, na Terra e na vida. A Astrobiologia, sob o viés da vida como elemento intrínseco do Universo, preocupa-se fundamentalmente com a procura científica e transdisciplinar de respostas justamente para essas fundamentais questões.

Morin (2000, p. 2) expõe que a questão “Quem somos nós?” é inseparável de “Onde estamos, de onde viemos, para onde vamos?”. A Astrobiologia representa um modo novo de investigar essas questões (FRIAÇA, 2010), pois “a natureza da vida na Terra e a busca por vida em outro lugar são lados da mesma questão: a busca por saber quem somos nós” (SAGAN, 2017, p. 48).

A própria NASA, com o objetivo de estipular estratégias para busca de vida fora da Terra, além de procurar compreender a natureza da vida, articulou o “NASA Astrobiology Roadmap” elencando como base para esse roteiro de pesquisa três questões fundamentais: “Como a vida se originou e evoluiu?”; “Há vida em outros lugares do Universo?”; e “Qual o futuro da vida na Terra e além?” (DES MARAIS et al., 2008).

A partir do reflexo dos muitos avanços da ciência, em 2015 foi proposto um novo documento pela NASA intitulado “NASA Astrobiology Strategy” o qual incluiu as seguintes questões-chave: “Outros corpos do nosso Sistema Solar, são ou já foram habitáveis? Planetas que orbitam outras estrelas podem ser habitáveis? Que tipos de estrelas são mais propensas a possuir planetas habitáveis?” (NASA, 2015, p. 13, tradução nossa).

Diante a amplitude dessas questões, Morin (2003, p. 37-38) expõe que:

---

<sup>5</sup> Metafilosofia enquanto atividade filosófica cuja investigação diz respeito à natureza da própria filosofia e suas condições de produção de conhecimento. Em outras palavras, se trata tanto de uma metodologia filosófica como de uma crítica dirigida à atividade filosófica, seja a do próprio autor, seja a de outros autores (MELO, 2019, p. 12).

Nós, viventes, e, por conseguinte, humanos, filhos das águas, da Terra e do Sol, somos um feto da diáspora cósmica, algumas migalhas da existência solar, uma ínfima brotação da existência terrestre. Estamos, a um só tempo, dentro e fora da natureza. Somos seres, simultaneamente, cósmicos, físicos, biológicos, culturais, cerebrais, espirituais... Somos filhos do Cosmo, mas, até em consequência de nossa humanidade, nossa cultura, nosso espírito, nossa consciência, tornamo-nos estranhos a esse Cosmo do qual continuamos secretamente íntimos.

A didática Astrobiológica 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, transdisciplinar, integrador, menos mutilador, que busca religar a humanidade com o Universo. Para Sagan (2017), estamos intimamente ligados ao Universo e a suas origens, somos parte intrínseca do Cosmos, nascidos dele e conectados ao futuro dele.

As novas probabilidades de descobertas, principalmente no campo da Astrobiologia, irão revolucionar ainda mais nosso conhecimento. O *Homo sapiens* tem a possibilidade de reconhecer a condição humana ao mesmo tempo como ser terreno e pertencente também ao Universo, o que Morin (2003, p. 37) chama de “enraizamento e desenraizamento”. O autor utiliza-se deste contexto para indicar a promoção de uma identidade terrena, já que como seres pensantes e dotados de consciência “[...] dependemos de modo vital da biosfera terrestre e devemos reconhecer nossa muito física e muito biológica identidade terrena” (MORIN, 2003, p. 38).

É preciso compreender, como ser terrestre e habitante do planeta Terra (um todo planetário), que a complexidade pode permitir vislumbrar a necessidade e a urgência de solidarizar-se com o Universo (PETRAGLIA, 1995, p. 77). Dessa maneira, o ser humano será capaz de reformular seu pensamento e refletir-se conscientemente diante da complexidade da realidade por meio da educação.

Para Nicolescu (1999, p. 36), “a complexidade nutre-se da explosão da pesquisa disciplinar e, por sua vez, a complexidade determina a aceleração da multiplicação das disciplinas”. Nesse sentido, o autor diz que ao mesmo tempo em que a complexidade pulveriza a visão clássica de mundo, provoca um verdadeiro *bigbang* disciplinar.

Inevitavelmente, o campo de cada especialidade do conhecimento acaba tornando-se cada vez mais restrito e a comunicação entre elas cada vez mais difícil

(NICOLESCU, 1999). Deste modo, para superar a especialização do conhecimento, a complexidade deve agregar os princípios da transdisciplinaridade que contempla a própria complexidade. De acordo com Friaça (2015), a Astrobiologia como área de pesquisa que transcende a compartimentalização do conhecimento científico acaba por se tornar um antídoto contra o *bigbang* disciplinar.

A Astrobiologia, como um empolgante empreendimento científico, fornece um grande exemplo de uma perspectiva multidisciplinar que enfatiza o pensamento complexo (BRODSKY, 2019). Como afirma Friaça (2010, p. 96), “A Astrobiologia envolve dois objetos tão vastos, a Vida e o Cosmos, que, mais do que interdisciplinar, torna-a transdisciplinar”.

Souza (2013) ressalta que o estudo da vida no Universo acolhe múltiplas abordagens e proporciona um espaço de reflexão sobre a natureza e a construção da ciência e suas inter-relações com outras áreas, principalmente a filosofia, que vem sendo separada da ciência pelo paradigma cartesiano-newtoniano dominante, que afasta a coisa ou objeto a ser entendida do sujeito pensante.

O estudo da vida no contexto cósmico, ao tratar de assuntos que integra várias disciplinas do conhecimento científico, coloca a questão “o que é vida?” no limiar da complexidade. Não à toa, os conceitos ligados à complexidade tiveram sua disseminação, sobretudo a partir dos princípios da termodinâmica.

Schrödinger (1944), em seu livro “O que é vida: o aspecto físico da célula viva”, estipula alguns assuntos-chaves que incorporam o princípio do complexo e do dinâmico da natureza a partir dos pressupostos de ordem e desordem dos sistemas. De acordo com Wuensche (2019), Davies e Freeman Dyson incluíram na década de 70 e 80 alguns requisitos para a emergência da vida, entre eles: o Metabolismo que do grego significa mudança; a Complexidade, como organização essencial; Reprodução que inclui os processos de replicação; Desenvolvimento e evolução como chaves para adaptabilidade; e a Autonomia a partir da autodeterminação.

Para Petraglia (1995), com vistas à construção de um conhecimento multidimensional que privilegia o pensamento complexo do religar, são manifestados os elementos recorrentes e presentes na complexidade como a ordem-desordem-organização, sujeito e a Auto-Eco-Organização.

O processo de ordem-desordem-organização é o caminho que manifesta a passagem da simplificação para complexidade do real, pois:

A ordem estabelecida, em função de aspectos do acaso, desordena-se de seu estado original e é a partir dessa ótica de desordem que se inicia o processo de transformação e o sistema se organiza. A cooperação do paradoxo ordem-desordem que promove a organização (PETRAGLIA, 1995, p. 54).

Esse processo aplica-se a todo e qualquer sistema, seja ele biológico, físico ou humano, está no limiar de toda a história da vida, do Universo e da sociedade. Para Morin (1980), o sujeito como “ser complexo” vai além do indivíduo e compreende o subjetivo e o biológico. Cada ser é ímpar e singular, ao mesmo tempo o distingue e o diferencia, como autor de seu processo organizador e transformador. Diante disso, o sujeito busca a auto-organização que extrapola o ser, destaca-se do meio e se distingue dele tornando-se Auto-Eco-Organizador (MORIN, 1990).

Morin (1980) destaca, ainda, que o ser humano se diferencia pela sua capacidade de consciência, sendo considerada por ele como a “última filha da subjetividade” (p. 273). Contudo, nas últimas décadas o acelerado e crescente desenvolvimento científico e tecnológico acarretou diversas transformações na sociedade contemporânea, em seu domínio econômico, político e social. O epistemólogo francês destaca que esse desenvolvimento desenfreado em busca do progresso científico culminou na tão famigerada crise planetária.

A Astrobiologia, nesse contexto, pode auxiliar no desenvolvimento de uma consciência planetária, já que ela tem implicações em como nos enxergamos, como interagimos com o planeta Terra e com o Universo.

Para Morin (2002, p. 54):

Estamos em um planeta minúsculo, satélite de um Sol de subúrbio, astro pigmeu perdido entre milhares de estrelas da Via - Láctea, ela mesma galáxia periférica em um Cosmo em expansão, privado de centro. Somos filhos marginais do Cosmo, formados de partículas, átomos, moléculas do mundo físico. E estamos não apenas marginalizados, como também perdidos no Cosmo, quase estrangeiros, justamente porque nosso pensamento e nossa consciência permitem que consideremos isto. [...] Assim como a vida terrestre é extremamente marginal no Cosmo, somos marginais na vida. O homem surgiu marginalmente no mundo animal, e seu desenvolvimento marginalizou-o ainda mais.

Ao tratar o estudo da vida a partir de um olhar complexo e cósmico, a Astrobiologia pode auxiliar no resgate da identidade terrena proposta por Morin

(2003). Deste modo, a (re)conexão do ser humano com a Terra e com o Universo pode promover a ciência sobre a urgente necessidade de consciência planetária para a preservação da espécie (RODRIGUES et al., 2012; SOUZA, 2013).

É neste sentido que Morin e Kern (2003) remetem a reflexão do papel da educação para superar a agonia planetária que assola a humanidade. Essa consciência deveria refletir no currículo escolar por meio do diálogo entre as Ciências Naturais e as Ciências humanas, em busca de reforçar a percepção da Ciência como uma construção humana (MENEZES, 2000) e encaminhar ações para o progresso de mudanças paradigmáticas que contemplem a complexidade. Para isso, faz-se necessária a urgente renovação na educação científica que perpassa pela revisão de conceitos, métodos e práticas que vêm orientando a ação educativa (VIECHENESKI et al., 2012).

Morin (2003) questiona como podemos, ao mesmo tempo, integrar e distinguir o destino humano dentro do Universo e se uma nova cultura científica permite oferecer um novo e capital de conhecimento à cultura geral. A implantação de pressupostos da Astrobiologia como área de pesquisa científica e no contexto educacional atravessa justamente por esses questionamentos, o que a torna um desafio tanto para pesquisadores comunicadores quanto para professores e alunos.

Tendo em vista a natureza complexa da Astrobiologia que desbrava o terreno para o futuro do conhecimento científico, tal temática se enquadra nas discussões que cercam os sete saberes necessários para a educação do futuro propostos por Morin (2002):

01. Cegueiras do conhecimento: o erro e a ilusão;
02. Os princípios do conhecimento pertinente;
03. Ensinar a condição humana;
04. Ensinar a identidade terrena;
05. Enfrentar as incertezas;
06. Ensinar a compreensão mútua;
07. A ética do gênero humano.

Vale deixar claro que o autor francês não desenvolve esses saberes pautados em pressupostos disciplinares, mas procura expor problemas que devem ser superados para a construção de uma sociedade “com ciência” de seu papel social.

A construção do conhecimento com base nos pressupostos de uma educação, mais do que para o futuro, começa a ser construída agora. Esta deve partir de uma concepção de ensino que tenha como foco a visão complexa do Universo e o espectro de uma educação para a vida. A Astrobiologia mais uma vez pode contemplar esses saberes que emergem com o objetivo de mobilizar os profissionais da educação a pensar em novos níveis de realidade, distingui-los e, ao mesmo tempo, estabelecer a comunicação entre eles sem reduzi-los ou fragmentá-los.

O estudo da vida no contexto cósmico, ao desenvolver ações transdisciplinares vistas a partir do paradigma da complexidade, faz com que seja possível refletir criticamente sobre uma nova visão de mundo que gera um novo conhecimento sobre a Ciência. De acordo com Grinspoon (2005), o progresso no entendimento do Universo é dificultado pela incapacidade e relutância da humanidade em atravessar as fronteiras artificiais impostas pela institucionalização da ciência.

A complexidade concebe a Ciência como um conhecimento provisório e que desemboca em profundos mistérios referentes ao Universo, à vida e ao nascimento do ser humano (MORIN, 2002). O empreendimento científico deve ser entendido também enquanto construtor humano, como uma produção histórica, dinâmica e dependente dos interesses políticos, econômicos e sociais da humanidade.

O conhecimento sobre a vida no Universo insurge como um manifesto pela complexidade, pela ciência e por uma educação que contemple a multidimensionalidade disciplinar do saber. Esse manifesto, pelo paradigma da complexidade e a partir do contexto transdisciplinar da Astrobiologia como ciência emergente, é contemplado aqui como uma necessidade para a sociedade atual reconhecer-se como humana, complexa e integral, pertencente e interdependente do Universo e da natureza.

Estar vivo e ter consciência não é apenas um privilégio, mas é também uma obrigação. A espécie *Homo sapiens* atingiu o ponto crítico de sua história e possui o próprio destino nas mãos: “Nossas lealdades são para com a espécie e o planeta. Somos nós que falamos pela Terra. Nossa obrigação de sobreviver é devida não só a nós mesmos, mas também a esse Cosmos, antigo e vasto, do qual surgimos” (SAGAN, 2017, p. 432).

De fato, essa consciência planetária será alcançada somente pela educação que poderá ser capaz de construir uma sociedade para a cidadania, cultura, realidade, para o outro, os fenômenos que os cercam e, sobretudo, para superar os problemas e desafios que devem ser enfrentados. Ademais, segundo Souza (2013, p. 18), “seria ingênuo imaginar que não haveria resistências frente uma proposta desse tipo na atual condição do ensino de ciências”, contudo, o autor ressalta que seria também ingênuo “não acreditar que já existam excelentes possibilidades de trabalho”.

Se a existência de vida extraterrestre em qualquer nível biológico for confirmada, certamente será uma das maiores constatações da história da humanidade. As implicações de tal confirmação irão requerer medidas multidisciplinares em áreas como economia, ciências naturais, saúde, filosofia, teologia, tecnologia, ética, política, cultura, sociedade e educação. O que torna essa constatação paradoxal se levar em conta que o conhecimento científico é produzido e construído pelo “ser” humano e este, mediante às instâncias de sua psique, principalmente no que se refere ao superego<sup>6</sup>, torna os questionamentos em *ipso facto*<sup>7</sup>. Essa descoberta, bem como a possibilidade de descoberta, postula discussões que vão além do próprio avanço da ciência.

Para Petaglia (1995), uma vez lançadas, as ideias já começam a se movimentar, e não apenas na educação, mas em várias áreas do conhecimento. A inseparabilidade intrínseca não só da informação, mas da consciência de uma ciência capaz de discutir e apontar possibilidades para as questões fundamentais sobre a emergência da vida, provavelmente terá de ser sistematizada e entendida por meio de um contexto amplo e complexo, para seguir em frente como uma maneira também de construir uma educação para o futuro que necessita urgentemente ser construída no agora.

Por fim, vale levar em conta que o pensamento complexo necessita ser compreendido como uma construção da própria sociedade, que o elevará ao *status* de paradigma quando este lhe suscitar sentido. Além disso, a astrobiologia ainda é uma

---

<sup>6</sup> O Ego, o Superego e o Id são instâncias estruturalistas que formam a psique humana, de acordo com Sigmund Freud em seus estudos na Psicanálise, o Superego se desenvolve a partir do Ego e consiste na representação dos ideais, valores morais e culturais do indivíduo (LIMA, 2009).

<sup>7</sup> *Ipsa facto* refere-se a uma expressão latina que refere a determinado episódio ou ao resultado deste (RAUBER, 2015).

área em processo de consolidação e por isso muito dinâmica. Sua continuidade depende do interesse crescente da comunidade no tema para garantir seu financiamento, bem como exige o desenvolvimento de ações educativas para que apresentem como um campo científico e explorem na pesquisa em ensino de ciências seu potencial para a educação e alfabetização científica.

## **Considerações finais**

O trabalho com Astrobiologia no ensino de ciências pode auxiliar na formação de cidadãos mais conscientes de suas funções para com a sociedade, a natureza e sua casa planetária. Hoje, mais do que nunca neste espaço/tempo urge o manifesto pela emergência de uma reforma de pensamento. Mais do que preservar o planeta em que vivemos, devemos pensar como seres biológicos, culturais, políticos e sociais pertencentes à natureza real, responsáveis pela nossa própria preservação.

O estudo da vida, a partir de uma perspectiva universal, pode auxiliar na construção de uma visão mais ampla acerca dos processos responsáveis pela origem e evolução da vida. Contudo, para constituí-la como um eixo integrador dos conhecimentos científicos, precisa-se desenvolver a tal renovação necessária na Educação e na ciência.

Deste modo, buscamos com este estudo encaminhar e clamar com urgência, sobretudo ampliar ações educativas que visem pelo progresso de mudanças paradigmáticas, que contemplem a transdisciplinaridade no contexto da complexidade. Esta investigação, assim como outras já realizadas e outras que estão por vir, podem oferecer embasamentos para futuras práticas e intervenções a serem inseridas no contexto educacional, a fim de alargar as discussões sobre a temática da Astrobiologia nas escolas e universidades do Brasil, bem como fomentar futuras pesquisas relacionadas às questões que norteiam a Astrobiologia, a educação científica e o ensino de ciências.

## **Referências**

- AZEVEDO, D. M.; et al. Paradigmas emergentes: um ensaio analítico. *Rev. Eletr. Enf.* v. 10, n. 3, p. 835-842, 2008. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/fen/article/view/46704/22900>. Acesso em: 10 out. 2021.
- BEHRENS, M. A. *O paradigma da complexidade*. Metodologia de projetos, contratos didáticos e portfólios. Petrópolis: Vozes, 2006.
- BICALHO, L. M.; OLIVEIRA, M. Aspectos conceituais da multidisciplinaridade e da interdisciplinaridade e a pesquisa em Ciência da Informação. *Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, v. 16, n. 32, p. 1-26, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2011v16n32p1>. Acesso em: 10 out. 2021.
- BLUMBERG, B. S. The NASA astrobiology institute: early history and organization. *Astrobiology*, v. 3, n. 3, p. 463-700, 2003.
- BRASIL, Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018.
- BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: Ministério da Educação, 1998.
- BRODSKY, J. Astrobiology, Complexity and Emergence for Middle School. *Art of Inquiry*, LLC, Rockville, 2019.
- CARVALHO, E. A. Saberes complexos e Educação Transdisciplinar. *Revista Educar*, Curitiba: Editora UFPR, n. 32, p. 17-27, 2008.
- CHEFER, C. *Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil*: Cosm visões de professores e pesquisadores da área. 2020. 263 f Dissertação (mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, 2020, Maringá, PR.
- CIENTÍFICA nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. *Atos de pesquisa em educação*, PPGE- ME, v. 7, n. 3, 2012.
- COCKELL, C. Astrobiology: a new opportunity for interdisciplinary thinking. *Space Policy*, v. 18, n. 4, p. 63-266, 2002.
- DES MARAIS, D. J. et al. The NASA astrobiology roadmap. *Astrobiology*, v. 8, n. 4, p. 715-730, 2008.
- DIÁSPORA. In: DICIO, *Dicionário Online de Português*. Porto: 7Graus, 2019. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/Diaspora/>. Acesso em: 19 Jul. 2019.
- FAZENDA, I. C. A. (Org.). *O Que é interdisciplinaridade?* São Paulo: Cortez, 2008.
- FERREIRA, P. R. A. *Astrobiologia como ferramenta para alfabetização científica e tecnológica*. 2017. 130 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia) — Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

- FRIAÇA, A. C. S. A vida no Universo. *Almanaque Brasil Socioambiental*. Instituto Socioambiental, São Paulo, 2007. p. 30-34.
- FRIAÇA, A. C. S. Subjetividade no reconhecimento da vida no Universo. *Rev. Brasil. Psicanálise*, n. 44, v. 3, p. 93-101, 2010.
- FRIAÇA, A. C. S. Transdisciplinarity and astrobiology. *Notas de Aula: MPA5007 - Conceitos Fundamentais em Astrobiologia*, 2015. Disponível em: [http://www.astro.iag.usp.br/~amancio/mpa5007\\_notas/03mpa5007.ppt](http://www.astro.iag.usp.br/~amancio/mpa5007_notas/03mpa5007.ppt). Acesso em: 19 jun. 2019.
- GALANTE, D. et al. *Astrobiologia [livro eletrônico]: uma ciência emergente*. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo. Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. Disponível em: <https://www.iag.usp.br/astrobiologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- GRINSPOON, D. *Planetas Solitários*. Ed. Globo. Brasil, 2005
- JAPIASSU, H. *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. *Dicionário básico de filosofia*. Rio de Janeiro: Zahar, 1991.
- KOBASHI, N. Y.; TÁLAMO, M. F. G. M. Informação: fenômeno e objeto de estudo da sociedade contemporânea. *Transinformação*, v. 15, n. especial, p. 7-21, set./dez. 2003.
- MELO, L. F. M. *Antropologia, morfologia e metafilosofia em*
- MONTEIRO, I. M.; FONSECA, L. C. S. Astrobiologia: concepções de alunos do Ensino Fundamental sobre a vida no Universo. *Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)*, v. 7, p. 2889-2901, 2014.
- MORAES, M. C. *O paradigma educacional emergente*. Campinas: Papirus, 1997.
- MORIN, E. Da necessidade de um pensamento complexo. In: MARTINS, F. M.; SILVA, J. M. da (Orgs.). *Para navegar no século XXI: tecnologias do imaginário e cibercultura*. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999. p. 19-42.
- MORIN, E. *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- MORIN, E. *A religião dos saberes: o desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Bertrand, 2010.
- MORIN, E. *Introdução ao pensamento Complexo*. Porto Alegre: Sulina, 2007.
- MORIN, E. Le défi de la complexité. *Revue Chimères*, Paris, n. 5/6, p. 1-18, 1988.
- MORIN, E. *O método II. A vida da vida*. Portugal: Publicações Europa-América, 1980.
- MORIN, E. *O Paradigma perdido: a natureza humana*. Sintra/Portugal: Publicações Europa América, 1990.

- MORIN, E. *O problema epistemológico da complexidade*. 3. ed. Mira-Sintra: Publicações Europa-América, 2002.
- MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez, 2000.
- MORIN, E. *Para sair do século XX*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1986.
- MORIN, E.; KERN, A. B. *Terra-Pátria*. Porto Alegre: Sulina, 2003.
- NASA *Astrobiology Strategy*, 2015. Disponível em: [https://nai.nasa.gov/media/medialibrary/2016/04/NASA\\_Astrobiology\\_Strategy\\_2015\\_FINAL\\_041216.pdf](https://nai.nasa.gov/media/medialibrary/2016/04/NASA_Astrobiology_Strategy_2015_FINAL_041216.pdf). Acesso em: 19 jul. 2019.
- NICOLESCU, B. *O manifesto da transdisciplinaridade*. São Paulo: Trion, 1999.
- NICOLESCU, B. Um novo tipo de conhecimento: transdisciplinaridade. In: NICOLESCU, B. et al. (Org.). *Educação e transdisciplinaridade*. Brasília: UNESCO, 2000. p. 13-29.
- PARANÁ. *Diretrizes Curriculares Estaduais de Ciências*. Curitiba: Seed, 2008
- PAULINO-LIMA, I. G. A Institucionalização da Astrobiologia no Brasil e no Mundo. *Revista Espaço da Sophia*, v. 42, p. 57-69, 2011.
- PETRAGLIA, I. C. *Edgar Morin: a educação e a complexidade do ser e do saber*. Petrópolis, Vozes, 1995.
- POMBO, O. *Interdisciplinaridade, humanismo, universidade*. Porto: Campo das Letras, 2004.
- QUILLFELDT, J. A. O SETI e o tamanho do palheiro... Otimismo e pessimismo na busca de nosso alter ego extraterrestre. 2016. In: GALANTE; D. et al. *Astrobiologia [livro eletrônico]: uma ciência emergente*. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo. Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. p. 293-314. Disponível em: [www.iag.usp.br/astrobiologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf](http://www.iag.usp.br/astrobiologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf). Acesso em: 18 mar. 2018.
- RAUBER, A. L. Usos e funções das construções com fato/facto no português: evidências da gramaticalização da factualidade? *Caletrosópio*, V. 3, n. 5, jul./dez, 2015.
- RODRIGUES, F. et al. Astrobiology in Brazil: early history and perspectives. *International Journal of Astrobiology*, v. 11, n. 4, p. 189-202, 2012.
- ROTHER, E. T. Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, São Paulo, v. 20, n. 2, p. v-vi, 2007.
- SAGAN, C. *Cosmos*. 1. ed. São Paulo: Companhia das letras, 2017
- SAGAN, C. *Cosmos*. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.
- SCHRÖDINGER, E. *What is life? The physical aspect of the living cell, with Mind and matter & Autobiographical sketches*. Cambridge: Cambridge University Press, 1944.

SOUZA, J. G. *Astrobiologia: obstáculos e possibilidades, a (re)ligação com o Cosmos e o ensino de ciências*. 2013. 211 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) — Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2013.

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

STEINHAUER, J. *Why Astrobiology Matters to the Humanities*. 2014. Disponível em: <https://blogs.loc.gov/kluge/2014/09/second-annual-astrobiology-symposium/>. Acesso em: 22 jun. 2019.

VIECHENESKI, et al. Desafios e Práticas para o Ensino de Ciências e Alfabetização *Wittgenstein*. 2019. 161 f. Dissertação (mestrado em Filosofia) – Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Salvador, BA, 2019.

WUENSCHÉ, C. A. Fundamentos de Astrobiologia. *Notas de Aula: AST-416-3, Aula 01 - Introdução*, INPE – Divisão de Astrofísica, 2019. Disponível em: <http://www.das.inpe.br/~alex/Ensino/cursos/astrobiologia/Astrobio-Aula1.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

ZAIA, D. A. M. Da geração espontânea à química prebiótica. *Química Nova*, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 260-264, 2003.

RECEBIDO: 28/10/2021  
APROVADO: 23/12/2021

RECEIVED: 10/28/2021  
APPROVED: 12/23/2021

RECIBIDO: 28/10/2021  
APROBADO: 23/12/2021