



Ensaios Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)

ISSN: 1415-2150

Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais

Chefer, Claudiene; Oliveira, André Luis de
ASTROBIOLOGIA NO CONTEXTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL:
COSMOVISÕES DE PESQUISADORES E PROFESSORES DA ÁREA
Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), vol. 24, e39005, 2022
Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais

DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172022240125>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129570328024>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

ASTROBIOLOGIA NO CONTEXTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL: COSMOVISÕES DE PESQUISADORES E PROFESSORES DA ÁREA

Claudiane Chefer¹

<https://orcid.org/0000-0002-2824-4467>

André Luis de Oliveira¹

<https://orcid.org/0000-0002-9168-4035>

RESUMO:

No âmbito de uma dissertação de Mestrado, buscou-se estruturar compreensões sobre a Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil, diante a cosmovisão de pesquisadores e professores que atuam na Educação Básica ou Superior no País. Para tanto, almejou-se pela análise fenomenológica dos discursos individuais e coletivos de seis colaboradores de pesquisa, transcritos e descritos a partir de entrevistas gravadas e escritas, tecer cosmovisões sobre os elementos que estruturam a astrobiologia no contexto do ensino de ciências brasileiro. Com esses movimentos articulou-se três núcleos de ideias, sendo eles: Potencial para a construção de conhecimentos científicos (NI1); Desafios institucionais, ontológicos e epistemológicos (NI2); Perspectivas e possibilidades no cenário nacional (NI3). Certamente um campo emergente da ciência que demanda uma ótica multidisciplinar apresentaria desafios e obstáculos para ser inserida no ensino de ciências nacional. Entretanto, não se pode negar que já existem possibilidades e potencialidades que podem ser exploradas neste contexto.

Palavras-chave:
Vida no Universo;
Ensino de ciências;
Fenomenologia.

LA ASTROBIOLOGÍA EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN BRASIL: LAS COSMOVISIONES DE INVESTIGADORES Y PROFESORES DEL ÁREA

RESUMEN:

En el marco de una dissertación de maestría, se buscó estructurar comprensiones sobre la Astrobiología en el contexto de la enseñanza de las ciencias en Brasil frente a la cosmovisión de investigadores y docentes que actúan en la Educación Básica o Superior en el país. Para ello, se buscó, por medio del análisis fenomenológico de los discursos individuales y colectivos de seis colaboradores de la investigación, transcritos y descritos a partir de entrevistas grabadas y escritas, tejer cosmovisiones sobre los elementos que estructuran la astrobiología en el contexto brasileño de la enseñanza de las ciencias. Con estos movimientos se articularon tres núcleos de ideas, a saber: Potencial para la construcción de conocimientos científicos (NI1); Desafíos institucionales, ontológicos y epistemológicos (NI2); Perspectivas y posibilidades en el escenario nacional (NI3). Por supuesto, un campo emergente de la ciencia que exige un enfoque multidisciplinario presentaría desafíos y obstáculos para ser incorporado a la enseñanza de la ciencia nacional. Sin embargo, no se puede negar que ya existen posibilidades y potencialidades que se pueden explorar en este contexto.

Palabras clave:
Vida en el Universo;
Enseñanza de las ciencias;
Fenomenología.

¹ Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Maringá, PR, Brasil.

ASTROBIOLOGY IN THE CONTEXT OF SCIENCE TEACHING IN BRAZIL: WORLDVIEWS OF RESEARCHERS AND TEACHERS IN THE AREA

ABSTRACT:

Within the scope of a master's dissertation, we sought to structure understandings about Astrobiology in the context of science teaching in Brazil in the face of the cosmovision of researchers and teachers working in Basic or Higher Education in the country. To this end, through the phenomenological analysis of the individual and collective discourses of six research collaborators, transcribed and described from recorded and written interviews, we aimed to weave cosmovisions about the elements that structure astrobiology in the context of Brazilian science teaching. With these movements, three nuclei of ideas were articulated, namely: potential for the construction of scientific knowledge (NI1); institutional, ontological, and epistemological challenges (NI2); and perspectives and possibilities in the national scenario (NI3). Sure enough, an emerging field of science that demands a multidisciplinary approach would face challenges and obstacles to be incorporated into national science teaching. Nevertheless, it cannot be denied that there are already possibilities and potentialities that can be explored in this context.

Keywords:

Life in the Universe;
Science teaching;
Phenomenology.

INTRODUÇÃO

Dentre as atuais propostas integradoras no contexto do ensino de ciências,¹ que buscam a interdisciplinaridade como ferramenta contra a fragmentação do ensino, encontramos a Astrobiologia (Souza, 2013). Essa 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 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).

Apesar de seus pressupostos, segundo Ferreira (2017), não se pode introduzir forçosamente a Astrobiologia no país com a pretensão de um ensino de ciências integrador, sem antes questionar sobre seus objetivos e apontar os caminhos que devem ser seguidos para sua reflexão e inserção em sala de aula. Para isso, são necessários mais diagnósticos da situação de como se encontra a Astrobiologia no âmbito do ensino de ciências e da formação de professores(as) no País.

A partir desse cenário, nos inquietou ambientar e traçar abrangências a respeito da seguinte questão: O que é isto, a astrobiologia, no contexto do ensino de ciências no Brasil? Para isso, no âmbito de uma dissertação de Mestrado *stricto sensu* defendida em 2020, buscamos nos pressupostos da fenomenologia estrutural (Martins & Bicudo, 1989) com enxertos hermenêuticos (Bicudo, 2011) estruturar articulações, compreensões e apontamentos sobre o fenômeno Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no cenário nacional a partir das cosmovisões² de professores(as)/pesquisadores(as) brasileiros que atuam na área. Buscamos com esses movimentos, apontar possibilidades para seu trabalho na Educação para a ciência nacional, bem como fomentar e proporcionar um parâmetro para as pesquisas na área de Ensino de Ciências.

A EMERGÊNCIA DA ASTROBIOLOGIA COMO CAMPO DE PESQUISA CIENTÍFICA

A Astrobiologia pode ser concebida como um campo emergente da ciência, que busca oportunizar a fortificação e integração de diversas disciplinas científicas para responder algumas questões fundamentais sobre a relação entre a vida e o ambiente cósmico. Para Galante *et al.* (2019) essa área de pesquisa expressamente interdisciplinar, emprega toda ciência útil, onde ela puder ser encontrada, e requer a interação entre cientistas de diferentes áreas:

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 [...] (Paulino-Lima, 2013, p. 58).

Apesar de existirem interpretações pautadas em pressupostos filosóficos desde as civilizações antigas, o estudo da vida no Universo só ganhou espaço nos debates científicos a partir da década de 1940 com a publicação do artigo denominado Astrobiology de Laurence J. Lafleur no folheto nº143 da Sociedade Astronómica do Pacífico. No Brasil, o termo foi citado em 1958 pelo Professor e biólogo Flávio Augusto Pereira, em seu livro intitulado “Introdução à Astrobiologia”.

A Astrobiologia difundiu-se significativamente a partir do estabelecimento do Instituto de Astrobiologia da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (em inglês: National Aeronautics and Space Administration - NASA) em 1998. Segundo Galante *et al.* (2019), a moderna Astrobiologia deriva da antiga área de pesquisa chamada Exobiologia³ 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.

Devido à dificuldade na detecção de sinais de vida extraterrestre, Quillfeldt (2010) afirma que, além de não possuir um objeto de estudo conhecido (um exemplar extraterrestre), a Exobiologia afastou-se do prefixo exo substituindo-o pelo termo astro. Nesse sentido, a Astrobiologia possui mais de um objeto de estudo, abrange a vida no Universo (inclusive na Terra) e os possíveis potenciais cenários para existência de vida no cosmos (Planetas e satélites naturais).

Alguns acontecimentos corroboraram para a institucionalização da Astrobiologia como frente de pesquisa sobre a vida no Universo. Dentre os principais eventos podemos citar: o descobrimento de exoplanetas em áreas de Zona Habitável; a descoberta de água congelada e recentemente líquida em Marte e água líquida nas luas Europa de Júpiter e Encelado de Saturno; a existência de microrganismos extremófilos⁴ na Terra; e o conhecimento de que os principais elementos químicos componentes dos seres vivos (Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo e Enxofre) são abundantes também nos corpos celestes (Paulino-Lima, 2013; Galante *et al.* 2019).

Para Quillfeldt (2010), frente a uma visão retrospectiva, a moderna Astrobiologia aceita e investiga principalmente a possibilidade de vida extraterrestre microscópica e unicelular. As pesquisas neste sentido (Pulsch & Meneghin, 2010; Bernardes, 2013), indicam que é mais provável que sejam feitas descobertas no ramo da Astrobiologia que supõe a existência de vizinhos microscópicos, atuais ou extintos no Sistema Solar, em vez de civilizações extraterrestres.

A procura por sinais de vida extraterrestre, principalmente microscópica, em pouco tempo se mostrou capaz de produzir resultados científicos importantes, diversas são as pesquisas com esse enfoque e cada vez mais pesquisadores têm se definido como astrobiólogos (Galante *et al.*, 2019). Não é à toa que a Astrobiologia atualmente, se constitui como uma das frentes de pesquisa da NASA que reformulou seu programa geral de metas científicas estruturando-o em eixos astrobiológicos denominados NASA Astrobiology Roadmap. Também são encontradas pesquisas importantes na Europa, Ásia, Austrália e América, como o Instituto de Astrobiologia da Colômbia (IAC).

No Brasil foi desenvolvido em 2011 o Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia (NAP/Astrobio) financiado principalmente pela Universidade de São Paulo e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Em 2017 foi criada a Sociedade Brasileira de Astrobiologia (SBAstrobio), com objetivo de integrar e manter em contato seus associados e colaboradores, organizar ações de promoção da Astrobiologia no Brasil, e o fortalecimento e a consolidação da área no país através de ações próprias e em colaboração com entidades nacionais e internacionais de interesse para a área.

As perspectivas futuras envolvidas com os estudos astrobiológicos no Brasil e na comunidade internacional são muito promissoras. As pesquisas em soma, estão permitindo que o Brasil possa tornar-se um importante e atuante membro da comunidade científica internacional (Galante *et al.*, 2019). Para tanto, devemos acompanhar o desenrolar dos acontecimentos, mas o que se pode ter certeza é que os avanços da Astrobiologia já mudaram e tendem a mudar para sempre o entendimento sobre a vida e seus limites no Universo (Prather & Slater, 2002).

Se a existência de vida extraterrestre em qualquer nível biológico for confirmada, certamente será uma das maiores constatações da história da humanidade. Essa descoberta, bem como a possibilidade de descoberta, postula discussões que vão além do próprio avanço da ciência. As implicações de tal confirmação certamente irão requerer medidas multidisciplinares em áreas como economia, ciências naturais, saúde, filosofia, teologia, tecnologia, ética, política, cultura e principalmente na educação.

ASTROBIOLOGIA: TECENDO BASES LEGAIS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS NATURAIS DO BRASIL

A Astrobiologia aborda temas que em geral despertam curiosidade e admiração entre os estudantes, cria pontes entre diversas disciplinas, derrubando fronteiras tradicionais entre as áreas do conhecimento (Galante *et al.*, 2019). Devido a seu caráter integrador, sua aplicação no Ensino de Ciências satisfaz as orientações propostas nos documentos oficiais da Educação Básica do Brasil, nos quais a interdisciplinaridade e a contextualização devem guiar o processo de ensino e aprendizagem de forma a facilitar o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para a formação do educando.

Os conteúdos relacionados à temática astrobiológica, estabelecem múltiplas relações entre os temas que contemplam o fenômeno “vida” em toda sua multidimensionalidade. Friaça (2010) organiza esses assuntos em dez eixos integradores, sendo eles: a história da complexidade cósmica; o universo molecular; habitabilidade; o Sistema Solar; exoplanetas; extremófilos; origens da vida; bioassinaturas; evolução das biosferas; e a ação humana na Terra e além.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é considerada um documento normativo para a estruturação de propostas curriculares e pedagógicas para a Educação Básica no Brasil (Brasil, 2018). Neste documento encontramos orientações, componentes curriculares e habilidades que, a partir de um olhar contextualizado, contemplam conhecimentos relacionados a pesquisa em Astrobiologia.

Para o Ensino Fundamental, os aspectos relacionados a temáticas astrobiológicas são encontrados nas três unidades temáticas propostas pela BNCC, sendo elas: Matéria e energia; Vida e evolução; Terra e Universo. Observamos um grande enfoque astrobiológico, principalmente no 9º ano dos anos finais do Ensino Fundamental, no qual o Eixo “Terra e Universo” deve tratar “sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares” (Brasil, 2018).

Já para o Ensino Médio, a BNCC na área de “Ciências da Natureza e suas tecnologias” engloba um olhar articulado entre a Biologia, a Física e a Química. Logo, a BNCC propõe um aprofundamento nas temáticas “Matéria e Energia”, “Vida e Evolução” e “Terra e Universo”. Tendo as duas últimas unidades articu-

ladas no eixo “Vida, Terra e Cosmos”, que traz consigo conceitos da Astrobiologia propondo aos estudantes analisar a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida, do planeta, das estrelas e do Cosmos, além da dinâmica das suas interações, da diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente.

A segunda competência específica contida na Base para o ensino de Ciências Naturais e suas tecnologias, sugere a análise e interpretação da “dinâmica da vida, da Terra e do Cosmo” (Brasil, 2018, p.556). Nesta competência, encontramos o uso da alcunha Exobiologia para mobilizar conhecimentos conceituais que envolvem a possibilidade de existência de vida extraterrestre.

No âmbito do Ensino Superior, até o momento, não há carreira de graduação ou pós-graduação especificamente em Astrobiologia no Brasil, porém, algumas Universidades ofertam disciplinas e cursos que tratam sobre o assunto. Como a Astrobiologia contempla e integra diversos conceitos de múltiplas áreas do conhecimento científico:

[...] os estudantes que decidem seguir por essa área têm se formado em diversos cursos, como física, química, biologia, astronomia, geologia etc., procurando por orientadores de iniciação científica, mestrado e doutorado que os acolham com um projeto sobre algum problema de interesse da astrobiologia (Galante *et al.*, 2019, p. 18).

O estudo da vida no Cosmos está implícito nos currículos escolares e nas ementas de cursos de formação superior, entretanto, de acordo com Souza (2013, p. 190), a diferença deve estar “na forma como se vê esse conteúdo, e na forma como é trabalhado”. As lacunas nos documentos curriculares e norteadores da educação exigem o desenvolvimento de pesquisas na área de concentração em educação e ensino de ciências, a fim de direcionar novas ações educativas que possam preencher essas lacunas que existem entre a Astrobiologia, a ciência e seu ensino.

MOVIMENTOS METODOLÓGICOS: EM BUSCA DA ESSÊNCIA DO FENÔMENO

A abordagem metodológica configura-se como qualitativa, pautada nos pressupostos teóricos, metodológicos e filosóficos da Fenomenologia Estrutural (Martins & Bicudo, 1989) com enxertos hermenêuticos (Bicudo, 2011).

Fundada pelo alemão Edmund Husserl no final do séc. XIX, a ciência fenomenológica preocupa-se fundamentalmente com o estudo da essência das coisas. Neste sentido, essa abordagem procura compreender os discursos dos colaboradores sobre um dado fenômeno quanto aos seus aspectos vivenciais, ou seja, buscam experiências conscientes, não como individualidades particulares ou verdades generalizadas, mas em sua “essência” (Martins & Bicudo, 1989; Bicudo, 2011).

Bicudo (2011) infere, que não se obtém verdades lógicas sobre o investigado, mas sim indicações de seus modos de ser e de se mostrar, de acordo com o mundo-vida dos colaboradores. Assim, os sujeitos escolhidos devem ser significativos para a pesquisa, ou seja, necessitam ter vivenciado ou vivenciar o fenômeno Astrobiologia no contexto do ensino de ciências brasileiro.

Mapeamos os potenciais colaboradores, via busca textual pela palavra “Astrobiologia” na plataforma Lattes. Selecioneamos esse sistema de currículos virtuais, pois integra bases de dados curriculares de grupos de pesquisa e instituições de Ensino Superior brasileiras, em um único sistema de informações.

Após o mapeamento inicial, os pesquisadores em Astrobiologia, foram sujeitos a um processo de seleção de acordo com critérios de inclusão. Esses critérios levaram em consideração: o desenvolvimento de pesquisas na área de ensino de ciências sobre a temática e a ministração de disciplinas, conteúdos e/ou cursos relacionados a astrobiologia para a Educação Básica e/ou Superior em território nacional.

A partir desses critérios, selecionamos 20 profissionais e os convidamos para participar da pesquisa via e-mail. Obtivemos retorno efetivo de seis deles, que vieram constituir o *corpus* de colaboradores de pesquisa e puderam discorrer sobre suas experiências conscientes.

No Quadro 1 fizemos um breve ensaio sobre as formações e atuações dos participantes da pesquisa. Codificamos os colaboradores como: C1, ... C6, para melhor identificação e preservação de suas identidades.

Quadro 1. Descrição dos sujeitos significativos

Cód.	FORMAÇÃO	LINHA DE PESQUISA	ÁREA DE ATUAÇÃO
C1	<ul style="list-style-type: none"> - Bacharel em Ciências Moleculares; - Doutor e Pós-Doutor em Astronomia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Astrobiologia; - Efeitos da radiação sobre sistemas químicos e biológicos; - Educação científica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisador, orientador e professor na graduação e pós-graduação; - Divulgador/Educador científico.
C2	<ul style="list-style-type: none"> - Graduação em Física; - Mestrado e Doutorado em Astronomia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrelas massivas; - Educação científica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisador, orientador e professor na graduação e pós-graduação; - Divulgador/Educador científico.
C3	<ul style="list-style-type: none"> - Licenciado em Física e Biologia; - Mestre e Doutor em Ensino de Ciência e Matemática. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensino de Astronomia e Astrobiologia; - Ensino de ciências. 	<ul style="list-style-type: none"> - Professor da rede de Educação Básica privada.
C4	<ul style="list-style-type: none"> - Graduado em Física; - Pós-graduado (<i>lato sensu</i>) em Astrobiologia; - Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensino de Astronomia e Astrobiologia; - Divulgação científica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Professor da rede de Educação Básica pública; - Divulgador/Educador científico.
C5	<ul style="list-style-type: none"> - Graduação em Engenharia Elétrica e Nuclear; - Mestrado em Astronomia, Doutorado em Astrofísica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Astronomia, com ênfase em Astrofísica Estelar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisador, orientador e professor na graduação e pós-graduação; - Divulgador/Educador científico.
C6	<ul style="list-style-type: none"> - Graduado em Astronomia; - Mestrado e Doutorado em Astrofísica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Astrofísica; - Planetas extrassolares; - Astrobiologia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisador, orientador e professor na graduação e pós-graduação; - Divulgador/Educador científico.

Fonte: Recuperado de "Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil: cosmovisões de professores e pesquisadores da área", de C. Chefer, 2020, p. 105-107.

Após o enlace dos colaboradores, os procedimentos para coleta dos discursos conscientes dos sujeitos ocorreram de acordo com o interrogado. Nesse cenário, quatro deles optaram por responder as perguntas da entrevista de forma escrita via e-mail, sendo recodificados com siglas CE1, CE2, CE3 e CE4, e dois deles suscitaram a entrevista gravada, sendo renomeados como CG1 e CG2.

Anterior à coleta de dados, pedimos aos colaboradores que assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Estes documentos foram enviados a Plataforma Brasil, sob o aval positivo para a realização da pesquisa com o número do parecer: 3.439.928 e número de Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 14288719.5.0000.0104.

Formulamos três perguntas amplas e abertas que partiram de interrogações do tipo: "Como você vê e concebe a Astrobiologia no contexto do ensino de/das ciências em nosso País?", "Como você concebe o ensinar Astrobiologia nas instituições de ensino?" e "O que fazer para arraigar ações e práticas de ensino sobre a vida no Universo na Educação Básica e superior nacional?". Pautamos tais perguntas da entrevista no interrogado, nas inquietações e na composição dos dados em busca da essência do fenômeno. Contudo, o diálogo estabelecido foi amplo, aberto e dinâmico, no sentido de que durante o processo da entrevista, os participantes puderam discorrer livremente sobre sua experiência vivida.

A abordagem fenomenológica de análise de dados qualitativos possui fundamentalmente, três etapas não lineares, sendo elas: a descrição, a redução e a interpretação. Debruçamo-nos, então, na transcrição como o primeiro movimento para alcançar as descrições dos discursos dos sujeitos significativos.

A partir do ato de descrever e ler atentamente os descritos, demos início à análise ideográfica do discurso individual de cada sujeito. Destacamos Unidades de Sentido (USs) e interpretamos hermeneuticamente o sentido e o contexto das palavras significativas.

Doravante as unidades de sentido e da interpretação das palavras expressivas, emergimos as Unidades de Significado (US). Logo, procuramos organizar as convergências e articulações das US individuais em Categorias de convergência (CC), dando início ao processo de análise nomotética. Tais convergências passaram para o sentido geral na medida em que fomos analisando-as à luz do discurso coletivo de sujeitos significativos, tendo como alicerce o interrogado.

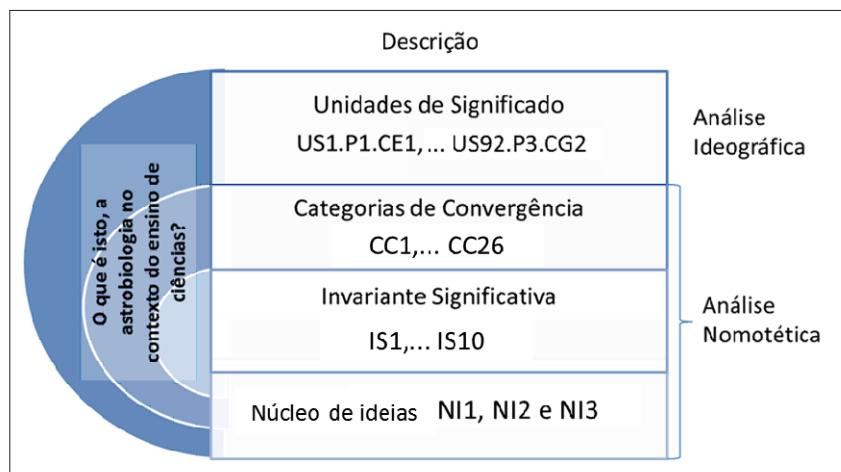
Realizamos ainda, mais dois movimentos de redução. Articulamos as CC em Invariantes Significativas (IS) e caminhamos para as convergências abrangentes, nas quais apontamos e transpomos confluências temáticas denominadas Núcleo de Ideias (NI). Os movimentos de redução se deram de acordo com insights⁵ psicológicos de caráter intuitivo e variação Imaginativa,⁶ sempre atentos à fidelidade do descrito.

Os Núcleos de ideias (NI), puderam expor a essência, a estrutura geral e as compreensões do fenômeno em suspensão, assim, buscamos explicitar essas abrangências a partir da construção de metadiscursos denominados como cosmovisões. Estruturamos essas compreensões mediante a articulação das categorias abertas aos diálogos estabelecidos entre os discursos e obras de autores significativos.

NÚCLEOS DE IDEIAS: COSMOVISÕES DA ASTROBIOLOGIA NO CONTEXTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL

Para desvelar as estruturas situadas diante do fenômeno interrogado “o que é isto, a Astrobiologia no contexto do ensino de ciências?” a partir das convergências, divergências e articulações dos discursos dos sujeitos significativos, realizamos movimentos de redução rigorosos. Desse curso, representado na Figura 1, insurgiram, pela análise ideográfica com enxertos hermenêuticos, 92 Unidades de Significado (US), que à luz dos discursos e do fenômeno interrogado, foram sujeitas aos movimentos de redução na análise nomotética.

Figura 1. Caminho percorrido com vista ao interrogado, em busca da estrutura do fenômeno



Fonte: Recuperado de “Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil: cosmovisões de professores e pesquisadores da área”, de Chefer, 2020, p. 178.

Junto a esse movimento, foram emergidas 26 Categorias de Convergência e 10 Invariantes Significativas. Essas categorias por sua vez, foram sujeitas ao artifício de compreensão e sustentaram a organização de 03 Núcleos de Ideias (NI), sendo eles: NI1. Potencial para a construção de conhecimentos científicos; NI2. Desafios institucionais, ontológicos e epistemológicos; e NI3. Perspectivas e possibilidades no cenário nacional.

Nos próximos tópicos, apresentamos e discutimos os três núcleos que estruturam o fenômeno Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil. Procuramos também revelar, considerações sobre as cosmovisões nucleares do fenômeno abertas à luz do diálogo nutrido entre o interrogado, os discursos dos sujeitos significativos e obras de autores pertinentes.

NÚCLEO DE IDEIAS NI1: POTENCIAL PARA A CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS

A partir dos movimentos de redução, articulamos metadiscursos que puderam suscitar pela análise, que a Astrobiologia no ensino de ciências constitui-se como uma ferramenta em potencial para a construção de conhecimentos científicos, pois: permite a integração de conhecimentos científicos das mais diversas áreas da ciência; contribui para o entendimento do fazer ciência; condiz com a perspectiva do ensino de ciências inovador, criativo, motivador e interessante; apresenta grande potencial para a Educação científica; favorece a construção de conhecimentos importantes para a sociedade humana.

Os metadiscursos e Unidades de Significado (US), que validam o potencial da Astrobiologia na construção de conhecimentos científicos de acordo com o discurso dos colaboradores, foram organizados no Quadro 2 para melhor visualização.

Quadro 2. Quadro de Metadiscursos e Unidades de Significado do NI1 - Potencial para a construção de conhecimentos científicos

Metadiscursos	EXEMPLOS DE UNIDADES DE SIGNIFICADO:
Caráter inter e multidisciplinar	O ensino dos temas mencionados acima são muito importantes para desenvolver uma visão multidisciplinar da ciência, por ter interface importante com Biologia, Química, Física, Astronomia [...] US17.CE2. Além de aprender como esses conteúdos interdisciplinares se interconectam [...] US19.CE2.
Contribui para o entendimento do fazer e construir Ciência	Nosso cenário científico atual traz relações extremamente importantes sobre o fazer ciência aliado, de alguma forma, às inovações tecnológicas. US26.CE3 [...] ao trazer várias áreas do conhecimento para tentar responder perguntas [...] o estudante pode ampliar sua concepção de como se faz Ciência. US36.CE4 [...] Se a Astrobiologia vier a se constituir como ciência, para eles será muito importante ver como uma ciência surge e como seu método se estabelece. US21.CE2
Condiz com uma perspectiva de ensino inovador e moderno, motivador, desafiador, criativo e interessante para construção de conhecimentos científicos	[...] ela está em consonância com propostas modernas de ensino de ciências - a voltada para solução de problemas [...] com maior participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. US4.CE1 [...] os estudantes se entusiasmam com um tema de ponta na pesquisa científica. US20.CE2 Além da ferramenta natural da linguagem, a Astrobiologia invoca o imaginário popular à respeito da vida extraterrestre, exploração espacial, astronomia e o próprio significado de vida. US6.CE1

Metadiscursos	EXEMPLOS DE UNIDADES DE SIGNIFICADO:
Campo de pesquisa recente que está em fase de consolidação, com potencial científico para a ciência e seu ensino.	<p>Ela ainda é relativamente recente e está em fase de consolidação. [...] essa área de pesquisa tem se expandido por diversos centros de ensino e ciência no país, e, com o tempo, seu potencial impacto em educação de ciências tem sido explorado. US2.CE1</p> <p>[...] porque como eu disse é uma coisa nova e pouca gente tem informações a respeito disso, sabe? [...] afinal a coisa é muito importante, ela tenta responder perguntas muito importantes para a humanidade [...]. US44.CG1</p>
Favorece a construção de conhecimentos científicos importantes para a humanidade.	<p>Essa importância de ensinar astrobiologia...hoje em dia, ela adquiriu de certa maneira uma importância prática e é uma coisa que nem todo mundo comenta na minha opinião, a nossa compreensão da posição humana no planeta Terra no que diz respeito à questão ambiental, que é realmente um tema de sobrevivência hoje em dia [...]. US78.CG2</p>

Nota: USn, Unidades de significado e número; CXn, Código do colaborador de pesquisa.

Fonte: Adaptado de "Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil: cosmovisões de professores e pesquisadores da área", de Chefer, 2020.

Os metadiscursos articulados pelos movimentos de redução no NI1, nos permitiram identificar elementos concernentes a própria pesquisa astrobiológica que a validam como uma importante ferramenta para a construção de conhecimentos científicos. Esses aspectos circundam: seu caráter integrador, inter e multidisciplinar de ensino; sua própria evolução como campo de produção científica; uma perspectiva de pesquisa e ensino inovadora e moderna, que pode incitar a construção de um ambiente motivador, desafiador, criativo e interessante para construção de conhecimentos científicos; o desenvolvimento de saberes importantes para a humanidade.

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 constituir-a como um eixo integrador para a ciência e seu ensino, pode promover uma interface educativa importante para a interconexão de conteúdos e disciplinas científicas.

Staley (2003, p. 348, tradução nossa) corrobora ao afirmar que, o estudo da vida no Cosmos não apenas fornece uma visão ampla da ciência, como também transcende o conhecimento científico, “abrange aspectos da Biologia, Astronomia, Física, Ciências planetárias, Química e Geologia, bem como das Ciências Sociais”. Ainda segundo o mesmo autor, a Astrobiologia toca praticamente em todos os campos da ciência e, diante toda a amplitude disciplinar que agrupa em seus estudos, pode fornecer uma maneira imponente de integrar ciências em sala de aula.

Além disso, o estudo da vida no Universo quando sugerido como um eixo integrador para o ensino de ciências, pode ser utilizado para demonstrar que o saber científico não é compartmentalizado e isolado (Cockell, 2002). Desta forma, a mediação de temas da Astrobiologia na Educação Básica e na Formação de professores pode tornar-se um “agente catalisador, em longo prazo, para fomentar a consolidação de um novo paradigma integrador que pode ser visto no futuro, não apenas na comunidade educacional, mas também na sociedade em geral” (Carrapiço *et al.*, 2001, p. 295).

Quando direcionamos nosso olhar para os metadiscursos que sugerem o potencial inovador e tecnológico da Astrobiologia, percebemos que esse emergente empreendimento científico em fase de consolidação, pode provocar entendimentos sobre o fazer e produzir ciência em sala de aula, bem como apresenta potencial científico para a ciência e seu ensino. Concebemos o termo “fazer ciência”, a partir da perspectiva educacional, como o ato de transpor a pesquisa, a interrogação, os procedimentos e métodos científicos para o contexto de sala de aula, buscando na resolução de problemas possibilidades para a construção de conhecimentos científicos.

Segundo Rodrigues & Carrapiço (2005), a Astrobiologia pode contribuir no sentido de ampliar o olhar sobre os saberes científicos produzidos, o que pode permitir aos alunos compreensões sobre o processo

de construção da própria ciência. Portanto, relacionar os temas vida e Cosmos à produção científica e aos conteúdos de ciências estudados em sala de aula, pode contribuir para uma visão mais ampla e global dos saberes científicos, permitindo que os alunos possam compreender os processos inerentes aos fenômenos e eventos recorrentes na natureza e no Universo (Rodrigues & Carrapiço, 2005).

Até então, os metadiscursos despontam o estudo da vida intrínseca ao Cosmos como área de pesquisa altamente tecnológica, que envolve múltiplas áreas do conhecimento e impulsiona a produção científica aeroespacial moderna. Não obstante, essas cosmovisões nos possibilitaram inferir, que a astrobiologia apresenta grande potencial de ensino ao conformar-se como um enfoque ou possibilidade que condiz com perspectivas educacionais contemporâneas e inovadoras.

Para Sasseron (2015), é evidente que a influência e o desenvolvimento da ciência e da tecnologia promoveram mudanças e avanços significativos na vida em sociedade. Deste modo, uma abordagem de ensino pautada na inovação e no desenvolvimento tecnológico precisa partir de uma perspectiva problematizadora e inovadora.

Ao tratarmos as diversas abordagens sobre a vida na Terra e fora dela, podemos proporcionar um ambiente de resolução de problemas no qual alunos e professores estarão frente a frente com um problema cuja solução não é definitiva, o que lhes permite criar momentos de reflexão, questionamento e criatividade (Carrapiço *et al.*, 2001). As cosmovisões que despontam para essas considerações, convergem também em discursos que incitam a promoção de ambientes de ensino motivadores, desafiantes, instigantes e interessantes para a construção de conhecimentos científicos.

O ritmo acelerado das descobertas e as possibilidades de futuras descobertas sobre a vida no Universo, possivelmente deverão acarretar uma revolução no modo de vida e visão de mundo da sociedade (Friaça, 2010). Destarte, devido a seu material de assunto inatamente interessante, segundo Staley (2003), a Astrobiologia pode efetivamente incitar a atenção dos alunos em sala de aula, pois capitaliza o interesse da humanidade pela temática espacial e pelos seres extraterrestres. Estes temas constituem-se como um assunto recorrente, presente em muitos livros e filmes populares com grande apelo e veemência do grande público.

Contudo, sabemos que as representações que circundam o imaginário e as mídias sobre a vida extraterrestre são retratadas, na maioria das vezes, como formas de vida humanoides e tecnológicas. Ao terem contato com essas mídias, os alunos levam suas dúvidas aos professores, que muitas vezes podem não estar preparados para adentrarem nessas discussões.

Os metadiscursos também revelaram o potencial da astrobiologia, na conjuntura da ciência e seu ensino, em proporcionar a construção e o redimensionamento de conhecimentos científicos importantes para a humanidade, tais como: Seleção Natural, evolução, planetologia comparada, conhecimentos práticos e de sobrevivência para a humanidade, extensão das ações humanas na manutenção da espécie e do planeta, possibilidades de compressões sobre a origem e evolução da vida, busca por vida extraterrestre e suas consequências para nossa sociedade.

Em outros aspectos, a moderna astrobiologia também redimensionou campos de pesquisa já estabelecidos pela Ciência, como Evolução, Astrofísica, Astronomia, Ciências planetárias, Química, etc. em busca de compreender os fenômenos envolvidos na origem da vida, tanto na Terra quanto em qualquer lugar em que ela possa existir.

Para Galante *et al.* (2019, p. 9):

Enquanto o passado foi dominado por processos físicos e químicos, além de interações entre organismos, o futuro tem um novo grande jogador: nós. [...] Estamos alterando nossa composição atmosférica, e, em consequência, nosso clima. Temos o poder de extinguir espécies, inclusive a nossa própria. Mas também temos o poder para usar essas ferramentas científicas e tecnológicas para o bem comum, para estender nossa expectativa de vida e proteger nossos rios e florestas. Qual será nossa escolha?

Compreender esses fenômenos, suas interconexões e quais as consequências para a vida e o planeta, caracteriza-se como um saber prático. Esse saber por vias de fato, é construído por meio da Educação científica, que por sua vez, necessita estar no limiar de qualquer prática educativa que envolva a ciência e assumir o papel de formar cidadãos críticos, participativos e conscientes de sua função na sociedade.

As cosmovisões que fizeram emergir o NI1, nos permitiram identificar potencialidades da Astrobiologia para a construção de conhecimentos científicos. No entanto, apesar de seus predicados, fazemos nossas as aflições de Souza (2013, p. 18) ao questionar se “uma proposta científica de fronteira, baseada nos avanços importantes das ciências da vida e do Universo, dotada de princípios de natureza interdisciplinar, ainda muito distante do cotidiano escolar”, pode ser inserida no contexto do ensino de ciências em nosso país. Em suma, buscamos traçar no NI2 os desafios que decorrem dessa relação ambígua que perpassam, de acordo com as articulações dos descritos, obstáculos de ordem institucional, ontológica e epistemológica.

NÚCLEO DE IDEIAS NI2: DESAFIOS INSTITUCIONAIS, ONTOLOGICOS E EPISTEMOLÓGICOS

Construímos este núcleo de ideias a partir dos movimentos de análise que puderam convergir metadiscursos que dizem respeito aos desafios concernentes à Astrobiologia no âmbito do ensino de ciências. Articulamos três provocações, uma de essência institucional, outra de estrutura ontológica e a última de ordem epistemológica. Os metadiscursos e as Unidades de Significado que exemplificam o NI2, foram organizados no Quadro 3.

Quadro 3. Quadro de Metadiscursos e Unidades de Significado do NI2 - Desafios institucionais, ontológicos e epistemológicos

Metadiscursos	EXEMPLOS DE UNIDADES DE SIGNIFICADO:
Institucional - Praticamente não existe devido aos limites concernentes a área como pesquisa científica, do ensino de ciências e da educação em um contexto geral.	<p>Acredito que praticamente inexiste. Dentro dos vários condicionantes que limitam o Ensino de Ciência (e a Educação em geral) aponto a falta de estrutura física e curricular das escolas e a ausência do tema na formação de professores, seja na graduação ou nas formações continuadas. US33.CE4</p> <p>[...] realmente eu não vejo, por várias razões e basicamente todas elas são idiossincráticas do problema nacional brasileiro de Educação, nós temos uma dificuldade imensa. US83.CG2</p>
Ontológico - Devido a seu caráter complexo torna-se de difícil compreensão e não deve ter tratada na Educação Básica.	<p>Eu não vejo razão, não sou capaz de defender incluir no currículo de educação básica temas de astrobiologia [...] é preocupante o quanto o cidadão comum tem dificuldade de abraçar uma visão de mundo moderna e complexa que é a visão que a ciência revela [...] US90.CG2</p> <p>É um fracasso monumental, é basicamente 100% de fracasso e o fracasso de passar esses conceitos básicos de astronomia que dizem respeito ao mundo que a gente habita é nada menos que deprimente, porque, enfim, os professores até conseguem se arriscar se forem bem treinados. US88.CG2</p> <p>Eu não sou nenhum pouco otimista nesse sentido, porque não são coisas simples de entender. US88.CG2</p>
Epistemológico - Campo de pesquisa recente que está em fase de consolidação.	<p>Ela ainda é relativamente recente e está em fase de consolidação. No Brasil, o I Workshop de Astrobiologia foi realizado em 2006, e os primeiros doutores formados na área são de 2009-2010. US2.CE1</p> <p>Não acho que deva ser inserida como uma “ciência” em separado, mesmo por que não é uma ciência (ainda...). US24.CE2</p> <p>Ninguém ensina astrobiologia em ciências, ainda sabe? Está muito jovem, até mesmo o pessoal de geografia que dá aula de ciências ou os Biólogos eles não conhecem ainda astrobiologia [...] US40.CG1</p> <p>[...]é novo né nós acabamos, ...nós...fundamos outro dia a sociedade né de astrobiologia [...]. US49.CG1</p>

Nota: USn, Unidades de significado e número; CXn, Código do colaborador de pesquisa.

Fonte: Adaptado de “Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil: cosmovisões de professores e pesquisadores da área”, de Chefer, 2020.

Um desafio é entendido por nós como um ato de incitar além das possibilidades, configurando-se como um problema a ser superado. Assim sendo, as cosmovisões emergidas no NI2 como podemos observar no Quadro 3, nos assinalam desafios que perpassam obstáculos: institucionais, em decorrência aos limites da Astrobiologia como campo de pesquisa científica, do ensino de ciências e da própria estrutura da Educação brasileira; ontológicos, devido a seu caráter complexo e integrador, supõe-se ser um tema de difícil compreensão para alunos da Educação Básica; e epistemológicos, já que a pesquisa astrobiológica é um campo relativamente recente que está em fase de consolidação.

Quando falamos em desafios institucionais, nos referimos àqueles idiossincráticos às instituições de Educação Básica e aos sistemas que geram essa modalidade de ensino. Portanto, ao evocarmos as ideias nucleares que dizem respeito aos desafios institucionais que a Astrobiologia conclama no contexto do ensino de ciências, expomos os problemas relativos às demandas estruturais, curriculares e formativas presentes nas instituições educativas brasileiras.

Os elementos que interferem no trabalho com a ciência astrobiológica no ensino de ciências de caráter institucional recaem no/a: pouco tempo para o planejamento de aulas; falta de estrutura física disponível nas escolas; currículo que apresenta conteúdos engessados; pouca familiaridade com o termo; insuficiente formação científica tanto dos professores quanto da sociedade em geral; dificuldade na mediação de conceitos básicos e científicos; e no fracasso da instituição escolar brasileira em construir uma rede de ensino que possa atender as demandas da sociedade moderna.

Apesar do grande sucesso da pesquisa em Astrobiologia, há razões para acreditar que essa, no contexto da educação, não tem sido tão progressista assim. O trabalho com esse enfoque no ensino, demanda tempo e dedicação de professores, que ainda se veem reféns da institucionalização do sistema de ensino e da inércia há muito tempo estabelecida na profissão.

Souza (2013) pontua que os professores apresentam obstáculos em relação aos conceitos e conteúdos que a Astrobiologia em sua região de inquérito estuda. O mesmo autor ainda afirma que, ao investigar os saberes dos professores sob o aspecto da pesquisa astrobiológica, traz à tona questões há muito tempo conhecidas no ensino de ciências, como a precária formação de professores, as demandas da instituição escolar e universitária, bem como a crenças e posicionamentos de ordem pessoal.

Segundo Cachapuz *et al.* (2005), a construção do conhecimento sobre ciência exige mudanças profundas nos níveis conceitual, metodológico e atitudinal, o que ajudaria a superar o atual estado do ensino de ciências. Assim, “democratizar o acesso aos conhecimentos científicos tornou-se primordial para que os sujeitos possam compreender melhor o mundo, realizar escolhas conscientes e intervir responsávelmente no meio em que vivem” (Auler & Delizoicov, 2001, p. 126).

Contudo, a democratização do conhecimento parece não ter sido tão democrática assim. De nada adianta a sociedade possuir artefatos tecnocientíficos se ela não adquire um modo científico de pensar. Nesse contexto, conforme Auler e Delizoicov (2001), o desafio que se coloca para a educação é a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados com discernimento para entender, posicionar-se e tomar decisões sobre questões de caráter científico que se fazem presentes em seu cotidiano.

Outro desafio recorrente nos metadiscursos, refere-se à própria natureza da astrobiologia como campo de pesquisa científica multidisciplinar, que aborda temas complexos e de difícil compreensão. Nomeamos essa ideia nuclear de “Desafios ontológicos”, pois segundo Mayer (2006), do ponto de vista aristotélico, a ontologia preocupa-se com o estudo da natureza do ser, da reflexão sobre o sentido abrangente ou organizacional do ser, como aquilo que torna possível suas múltiplas existências.

Para Staley (2003), o estudo da vida como elemento cósmico não apenas fornece uma visão ampla da ciência, como também transcende as barreiras do conhecimento científico. Frente a isso, educadores são desafiados a unir os diversos campos que a ciência astrobiológica aborda e apresentar aos alunos um programa integrado, que necessita abranger a totalidade de conceitos e fenômenos complexos que envolvem a vida e o Universo (Foster &

Drew, 2009). Não obstante, a grande virtude da pesquisa astrobiológica em integrar diversas áreas do conhecimento científico, também pode ser considerada uma iniciativa laboriosa de ser empregada na Educação Básica.

Diante os metadiscursos, foi possível inferir que o prisma educacional nacional possui ainda problemas suficientes de ordem curricular e conceituais que devem antes ser superados para então podermos pensar em inserir assuntos de uma área de pesquisa tão ampla e complexa.

Para Carrapiço *et al.* (2001), muitas das disciplinas tradicionais presentes no ensino de ciências parecem não apresentar um contexto na atual configuração do mundo. Portanto, ao deparar com uma proposta científica dotada de natureza inter e transdisciplinar que exige a busca constante de conhecimento e atualização, estudantes e professores podem exibir formação científica insuficiente para organizar os quebra-cabeças de informações e saberes que estão presentes nos temas abordados pela astrobiologia e nas mais diversas áreas do conhecimento científico.

Do ponto de vista pragmático, os assuntos que podem ser trabalhos a partir da Astrobiologia são muito flexíveis e apresentam múltiplas abordagens. Todavia, as cosmovisões apontam que, devido a sua natureza multidisciplinar e a dificuldade que demanda o entendimento de seus temas, o trabalho com temáticas da Astrobiologia é adequado somente ao Ensino Superior. Esta preposição vai contra o discurso de alguns pesquisadores como Staley (2003) e Foster e Drew (2009), que em sua realidade, defendem a inclusão dos temas da pesquisa astrobiológica em todos os níveis de ensino.

Os metadiscursos também revelam que a Astrobiologia, no contexto do ensino de ciências, detém um desafio de ordem epistemológica. Quando falamos em desafio epistemológico, nos referirmos à superação de problemáticas que envolvem a construção, desenvolvimento e os limites do conhecimento científico. Esses desafios, contornam a recente institucionalização da astrobiologia como campo de pesquisa científica, que se encontra em fase consolidação e alargamento.

Apesar de existirem estudos em astrobiologia desde a década 1940, a área teve seu impulso a partir do estabelecimento do Instituto de Astrobiologia da NASA em 1998. Para Cockell (2002, p.263, tradução nossa):

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 chamado de “Ciência Natural”. Mas, a nova astrobiologia oferece à comunidade científica, incluindo a comunidade espacial, duas possibilidades importantes. Primeiro, uma oportunidade de fortificar 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.

A Astrobiologia não promete ser uma nova ciência com objetos de estudos próprios e diferentes das áreas de conhecimento tradicionais, mas, sim, um novo enfoque para antigas perguntas, que dificilmente seriam respondidas utilizando as disciplinas tradicionais de forma isolada (Galante *et al.*, 2019). Do mesmo modo, esse empreendimento científico tem se mostrado como uma reemergente ferramenta interdisciplinar de ensino, a qual reúne conteúdos e conceitos de disciplinas escolares, como Biologia, Química, Física, Geociências e Filosofia.

Em contraponto, o estudo da vida no Universo como área de pesquisa científica, é desconhecida por parte da população e, consequentemente, pouco trabalhada no âmbito da Educação Científica. Isso pode ser reflexo, além de ser considerada um campo relativamente recente da ciência, da ausência desse conteúdo na formação inicial e continuada de professores.

Outros motivos recaem no fato de muitos docentes que atuam na Educação Básica e até no Ensino Superior, apesar de trabalharem aspectos relacionados à astrobiologia, sequer reconhecerem o termo. A ausência de discussões sobre essa temática nas instituições de ensino, pode limitar o contato dos estudantes e professores com esse campo da ciência, que fundamentalmente estuda e concebe a vida como um fenômeno cósmico.

Apesar disso, segundo Souza (2013, p. 18), “seria ingênuo imaginar que não haveria resistências frente uma proposta desse tipo na atual condição do ensino de ciências”, seria também ingênuo “não acreditar que já existam excelentes possibilidades de trabalho”. Deste modo, o último núcleo de ideias foi transposto a

partir de reduções que convergiram em metadiscursos, os quais apontam em direção às perspectivas e possibilidades de trabalho com a Astrobiologia no âmbito da ciência e seu ensino.

NÚCLEO DE IDEIAS NI3: PERSPECTIVAS E POSSIBILIDADES NO CENÁRIO NACIONAL

Insurgimos o Núcleo de ideias NI3 a partir dos elementos nucleares que estruturam o fenômeno em relação as ações, práticas, proposições e intervenções de ensino tanto na Educação Básica como na Educação Superior, que por sua vez, necessitam ser exploradas frente o potencial integrador e inovador da Astrobiologia na Educação Científica nacional.

Apresentamos no Quadro 4 os metadiscursos e fragmentos textuais (Unidades de Significado) que puderam suscitar as perspectivas e possibilidades do trabalho com temas da Astrobiologia no ensino das ciências brasileiro.

Quadro 4. Quadro de Metadiscursos e Unidades de Significado do NI3 - Perspectivas e possibilidades no cenário nacional

Metadiscursos	EXEMPLOS DE UNIDADES DE SIGNIFICADO:
Grande potencial científico, que pode ser ampliada ao desenvolver a divulgação da ciência brasileira, produção de recursos didáticos, disciplinas e cursos sobre o tema.	<i>Fomentar uma maior divulgação das instituições de pesquisa sobre o assunto, de forma a chegarem no ambiente escolar [...] US30.CE3</i> <i>Material de divulgação em diferentes mídias: vídeos, podcasts, material gráfico. Há amplo espaço para divulgação científica de qualidade. [...] É necessário um trabalho de educação dedicado para separar ciência de pseudociência. US12.CE1</i> <i>Acredito que uma disciplina introdutória de Astrobiologia deveria fazer parte de todas as licenciaturas de Ciências da Natureza na formação superior. US38.CE4</i>
Esta sendo de certo modo difundida e ampliada, como exemplo das ações e intervenções educativas que já existem.	<i>Produção de material didático: há escasso material em português, em todos os níveis de ensino. US10.CE1</i> <i>[...] há excelentes trabalhos sendo desenvolvidos no país em Astrobiologia que poderiam ser melhor divulgados [...]. No Brasil, podemos destacar a missão Garatéa) e outras iniciativas para estudo do fenômeno da vida no espaço e em terra. US13.CE1</i> <i>[...] por exemplo no caso da astrobiologia, ...os materiais online, da...página da sociedade brasileira, tem que...a rede brasileira de astrobiologia [...] US55.CG1</i> <i>Um exemplo é o curso do Coursera: Origens da Vida no contexto Cósmico. US15.CE2</i>
Há interesse dos professores e futuros docentes em adquirir conhecimentos a respeito do tema, bem como necessita ser introduzida na formação de professores.	<i>Ao entrar em contato com a BNCC, tomei nota de que há espaço para um trabalho que seja voltado para o estudo da Astrobiologia. [...] O documento possibilita, tanto para o EF quanto para o EM [...]. US25.CE3</i> <i>Treinamento de professores: a maioria dos professores de ciência é treinada em suas áreas de especialidade, mas ainda é rara uma formação multi, inter e transdisciplinar. US11.CE1</i> <i>Os temas citados no item 1 deveriam fazer parte dos cursos de formação de professores de ciência. Os professores de ensino básico, por sua vez, deveriam inserir esses temas em suas aulas de Física, Química, Biologia e Astronomia. US22.P3.CE2; US23.CE2</i> <i>Propiciar momentos de formação para os professores já em exercícios de docência [...]. US28.CE3</i>

Nota: USn, Unidades de significado e número; CXn, Código do colaborador de pesquisa.

Fonte: Adaptado de "Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil: cosmovisões de professores e pesquisadores da área", de Chefer, 2020.

As perspectivas incutidas nas metacompreensões do NI3, incitam possibilidades para ampliação de ações de ensino e de divulgação da ciência que envolvam temáticas astrobiológicas em solo nacional. Para que esse panorama seja efetivado, se faz necessário ter em vista: o grande potencial científico do estudo da Vida no Universo, que pode ser ampliado ao desenvolver a divulgação da ciência brasileira e a produção de recursos didáticos, disciplinas e cursos sobre o tema; há exemplos de projetos e intervenções educativas que já existem; e professores em exercício e em formação estão interessados em construir conhecimentos sobre o tema.

Devido ao grande apelo popular e inerente caráter tecnocientífico, a Astrobiologia desprende grande potencial para a Educação Científica. Por conseguinte, as cosmovisões revelaram que as perspectivas e possibilidades do ensino e divulgação da Astrobiologia no cenário nacional, incidem em seu grande potencial científico, que pode ser ampliado ao promover a divulgação da ciência brasileira.

A divulgação da ciência tem como objetivo essencial, a popularização dos empreendimentos científicos e a busca pela difusão desses saberes para todos os públicos. No caso da divulgação da Astrobiologia, a educação científica é nesse sentido, um contexto que abre caminho para a introdução de mudanças conceituais de como a vida e o Universo são concebidos (Carrapiço *et al.*, 2001).

Em tempos de mídias digitais, a divulgação científica toma um novo ar graças às ferramentas de informação e comunicação disponíveis na internet. Neste cenário, a Astrobiologia pode ser divulgada como campo de pesquisa científica, o que pode contribuir para o reconhecimento de seu potencial tecnocientífico por parte dos estudantes, professores e da sociedade em geral, que estão inseridos nessa cultura digital.

Além da divulgação e disseminação da ciência, o potencial da Astrobiologia deve ser também explorado na proposição de intervenções e ações educativas tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior. Essas práticas pedagógicas, de acordo com os metadiscursos, podem envolver: a oferta de disciplinas introdutórias ou aprofundadas sobre o tema; reconhecimento de assuntos que estão inseridos nos currículos, bem como se possível, atualizá-los oficialmente; proposição de cursos e práticas de ensino na perspectiva interdisciplinar, como o exemplo de algumas intervenções e ações que vem sendo desenvolvidas no Brasil.

A introdução da Astrobiologia no ensino de ciências pode revelar-se como um instrumento poderoso dentro do currículo. De fato, para que ocorra a transformação e comunicação do conhecimento científico, é urgente e necessário que o estudo da vida no Universo passe a integrar o domínio curricular (Carrapiço *et al.*, 2001).

Acreditamos que, de acordo com os metadiscursos, devido à amplitude de assuntos e conceitos que a Astrobiologia integra, já existem possibilidades reais inerentes aos documentos oficiais que regem o ensino das ciências. Na BNCC por exemplo, encontramos muitos assuntos que, a partir de um olhar amplo e contextualizado, podem servir de base para a construção de sequências de ensino, atividades e discussões sobre os temas que envolvem a vida e o Cosmos.

Ademais, existem esforços de alguns professores e pesquisadores em várias regiões do país. Esses profissionais, têm desenvolvido no âmbito da Astrobiologia e seu ensino: disciplinas regulares e optativas, cursos de extensão e formação de professores, como o curso virtual “Origens da vida no contexto cósmico”; produção de artigos e trabalhos científicos; projetos de ensino e divulgação científica, como o projeto “LUCA ciência para educar⁸”; livros didáticos e paradidáticos em português, como o livro “Astrobiologia: uma Ciência emergente”.

Apesar de existirem possibilidades reais de ensino e divulgação científica de temas astrobiológicos, no viés curricular, Carrapiço *et al.* (2001) afirmam que muitas das disciplinas tradicionais presentes no ensino de ciências parecem não apresentar um contexto condizente com a nossa atual configuração de mundo. Sabemos que toda e qualquer prática inovadora de ensino ganha espaço no ambiente escolar a partir de esforços desprendidos por professores(as). Portanto, uma proposta de ensino com o objetivo de promover uma Educação Científica articulada aos pressupostos de uma educação transformadora, reivindica processos que perpassam a formação de professores.

Ao observarmos as convergências de metadiscursos, foi possível evidenciar que muitos profissionais e docentes em formação na área de ensino de ciências não possuem conhecimentos sobre Astrobiologia como

área de pesquisa científica. A multiplicidade de conhecimentos que essa ciência aborda pode contribuir para uma visão mais complexa e ampla da própria formação docente, na qual fica evidente que “uma deficiente preparação do professor neste campo e nas demais áreas da Ciência normalmente lhe traz dificuldades no momento de sua atuação em sala de aula” (Langhi & Nardi, 2003, p. 77).

Apesar das deficiências formativas, observamos por meio dos descritos que existe certo interesse de professores em formação inicial em adquirir conhecimentos astrobiológicos. O que pode incidir em sua futura prática docente, pois ao adquirirem conhecimentos conceituais e disciplinares, bem como didáticos e pedagógicos, podem auxiliar seus futuros alunos a construírem conhecimentos multidisciplinares.

Percebemos, que em geral as discussões sobre a vida no Universo ainda se mantêm longe das escolas e até mesmo das Universidades do Brasil. Galante *et al.* (2019) ressalta, que o desconhecimento da Astrobiologia também é reflexo do pouco material de divulgação e ensino disponível em português. Assim, foi possível articular metadiscursos que refletem cosmovisões acerca da necessidade de produzir recursos e materiais didáticos de qualidade e veemência científica sobre Astrobiologia, com o objetivo de ampliar ações educativas sobre a temática em território nacional.

Não é segredo que o material didático disponível nos centros de ensino, muitas vezes não consegue acompanhar o rápido crescimento das fontes de pesquisa e os grandes avanços científicos. Para superar este problema, é preciso que profissionais da educação e astrobiólogos desenvolvam coletivamente, ferramentas pedagógicas adequadas para mediar a astrobiologia na ciência e seu ensino (Foster & Drew, 2009). Wuensche (2019) sugere que produção de material didático em português gere conteúdos para além do que é trazido em revistas científicas populares, incorpore conceitos que permeiam a pesquisa em Astrobiologia e açãoem discussões que transcendam o que é produzido na academia.

Staley (2003) afirma que, recursos governamentais são imprescindíveis para desenvolver ações que visem à formação de professores, ampliem as diretrizes curriculares oficiais e fomentem a produção de materiais didáticos apropriados. Para isso, é necessário o desenvolvimento de pesquisas na área de ensino de ciências, que passem a empregar a Astrobiologia como potencial perspectiva para a formação multidisciplinar de estudantes e professores de ciências.

ATRAVESSAMENTOS EMERGENTES DA ASTROBIOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS BRASILEIRO

Ao retomarmos o caminho perificado no decorrer deste trabalho, procuramos expressar as compreensões e apontamentos sobre o interrogado, o que é isto, a Astrobiologia no contexto do ensino de ciências brasileiro? As compreensões acerca do fenômeno, mediante os movimentos de redução, discursos dos colaboradores e o interrogado, permitiram fazer emergir cosmovisões estruturadas em três núcleos de ideias: NI1. Potencial para a construção de conhecimentos científicos; NI2. Desafios institucionais, ontológicos e epistemológicos; e NI3. Perspectivas e possibilidades no cenário nacional.

Em nível de compreensão do NI1, entendemos que a Astrobiologia no contexto do ensino de ciências, constitui-se como uma importante e interessante ferramenta didático-pedagógica. Sendo que, devido a seu caráter integrador, inovador e tecnológico, contribui para a construção de saberes científicos importantes para a humanidade, o que pode incitar discussões sobre o fazer, construir e estabelecer Ciência.

No entendimento do NI2, foi possível percebermos que apesar de seus predicados, a mediação de temas astrobiológicos no ensino de ciências apresenta alguns desafios. Esses obstáculos atravessam os limites concorrentes à área como pesquisa científica recente e multidisciplinar, que agrupa conceitos complexos sobre a vida e suas múltiplas expressões, e incorporam problemas que afigem o ensino de ciências e a educação em geral.

Em contraponto, o NI3 pode nos mostrar que a Astrobiologia possui grande potencial para a Educação científica, a qual pode ser difundida e ampliada no cenário nacional por meio de ações de divulgação

científica, produção de recursos didáticos, desenvolvimento de disciplinas e cursos sobre o tema. Algumas ações educativas que aliam astrobiologia e ensino de ciências podem ser observadas no Brasil, bem como existe interesse de professores em adquirir conhecimentos a respeito do estudo da vida no Universo, o que comprova ser necessário introduzi-la na formação de professores.

Sabemos que os resultados aqui apresentados, não fornecem conclusões completas e muito menos acabadas sobre o trabalho com a Astrobiologia no ensino de ciências, já que foi pesquisado um número de discursos que não reflete a totalidade de potenciais sujeitos significativos, bem como compreendemos que a ciência é um construto humano, dinâmico e sujeito a constantes transformações. Não se trata de uma dada definição, tão pouco de uma explicação, mas procuramos expressar fenomenologicamente na essência o que a Astrobiologia pode oferecer ao ensino das ciências e as propriedades mais gerais desse encontro.

As experiências vividas analisadas, puderam fazer surgir potencialidades, desafios e possibilidades, que de acordo com o mundo-vida desses colaboradores, estruturam a Astrobiologia no contexto do ensino de ciências brasileiro. Para tanto, ao considerarmos os núcleos de ideias e os metadiscursos emergidos nesta investigação, entendemos que o intuito de constituir a Astrobiologia como um eixo integrador na construção de conhecimentos científicos, atinge discussões a muito tempo difundidas sobre a tão necessária renovação na Educação brasileira.

O ritmo acelerado das descobertas e as possibilidades de futuras descobertas sobre a vida no Universo, possivelmente deverão acarretar uma revolução no modo de vida e visão de mundo da sociedade. Por conseguinte, buscamos com esse trabalho incentivar o desenvolvimento de intervenções de ensino sobre a temática astrobiológica na Educação Básica e na formação de professores no Brasil. Além disso, procuramos oferecer uma perspectiva e/ou embasamento para que a comunidade acadêmica possa produzir pesquisas e encaminhamentos pedagógicos sobre os temas instigantes, interdisciplinares e cheios de potencial científico que integram a ciência Astrobiologia.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor deste trabalho (processo 88882.449120/2019-01).

REFERÊNCIAS

- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), 1-13. <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030203>
- Bernardes L. (2013). *Exoplanetas, Extremófilos e Habitabilidade*. (Tese de Doutorado). Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Bicudo, M. A. V. (Org.). (2011). *Pesquisa Qualitativa segundo a visão fenomenológica*. São Paulo: Cortez.
- Blumberg, B. S. (2003). The NASA astrobiology institute: early history and organization. *Astrobiology*, 3(3), p. 463-470. <https://doi.org/10.1089/153110703322610573>
- Brasil, Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Secretaria da Educação Básica.
- Chefer, C. (2020). *Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil: Cosmovisões de professores e pesquisadores da área*. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Educação para a ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Cachapuz, A., Gil-Perez, D., Carvalho, A. M., Praia, J., & Vilches, A. (Org.). (2005). *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez.
- Carrapiço, F., Lourenço, A., Fernandes, L., & Rodrigues, T. (2001). A journey to the origins. The astrobiology paradigm in education. In *Proceedings of SPIE, "Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology IV"*, San Diego, p. 295-300.

- Cockell, C. (2002). Astrobiology - A new opportunity for interdisciplinary thinking. *Space Policy*, 18(4), p. 263–266. [https://doi.org/10.1016/S0265-9646\(02\)00039-5](https://doi.org/10.1016/S0265-9646(02)00039-5)
- Ferreira, P. R. A. (2017). *Astrobiologia como ferramenta para alfabetização científica e tecnológica*. (Dissertação de Mestrado). Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Foster, J. S., & Drew, J. C. (2009). Astrobiology undergraduate education: students' knowledge and perceptions of the field. *Astrobiology*, 9(3), p. 325–333. <https://doi.org/10.1089/ast.2007.0221>
- Friaça, A. C. S. (2010). Subjetividade no reconhecimento da vida no Universo. *Rev. Brasil. Psicanálise (impresso)*, 44(3), p. 93-101.
- Galante, D., et al. (2019). *Astrobiologia: uma ciência emergente*. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Langhi, R. & Nardi, R. (2003). Um estudo exploratório para inserção da astronomia na Formação de professores dos anos iniciais do ensino Fundamental. In: *Anais do Encontro Nacional de pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru: ABRAPEC.
- Martins, J & Bicudo, M. (1989). *A pesquisa qualitativa em psicologia: fundamentos e recursos básicos*. São Paulo: Moraes.
- Mayer, A. (2006). Filosofia Antiga e Medieval. *Notas de aula*. Centro Universitário do Sul de Minas – UnisMG, Minas Gerais. Disponível em: <https://docplayer.com.br/43763809-Filosofia-antiga-e-medieval.html>. Acesso em: 29 ago. 2022.
- Paulino-Lima, I. G. (2013). A Institucionalização da Astrobiologia no Brasil e no Mundo. *Revista da flora medicinal (impressa)*, 1(42), 57-69.
- Prather, E. E. & Slater, T. F. (2002). An Online Astrobiology Course for Teachers. *Astrobiology*, 2(2), 17-25. <https://doi.org/10.1089/15311070260192282>
- Pulschen, A. A. & Meneghin, S. P. (2010). Estabelecimento de uma cultura de tardígrados limnoterrestres em laboratório e desenvolvimento de metodologias alternativas de desidratação de tardígrados. *Evidência*, 10(1-2), 69-85. <https://periodicos.unoesc.edu.br/evidencia/article/view/1245>
- Quillfeldt, J. A. (2010). Astrobiologia: água e vida no Sistema Solar e além. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 27(spe), 685-697. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2010v27nespp685>
- Rodrigues, T. & Carrapico, F. (2005). Teaching Astrobiology: a Scientific and a Cultural Imperative. *Proceedings: Optics and Photonics*, 5906, 59060F-1-59060F-4. <https://doi.org/10.1117/12.617594>
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.*, 17(spe), 49-67. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>
- Souza, J. G. (2013). *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.
- Staley, 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), 347-54. [https://doi.org/10.1016/S0958-1669\(03\)00073-9](https://doi.org/10.1016/S0958-1669(03)00073-9)

NOTAS

1 Consideramos ensino de e das ciências, as modalidades inseridas no contexto da Educação Científica que compreendem a disciplina de ciências para o Ensino Fundamental, as disciplinas de Biologia, Química e Física para o Ensino Médio, bem como os cursos de licenciatura para formação de professores/as dessas áreas.

2 Configura-se como uma *weltanschauung* (em Alemão, concepção, visão de mundo), que vai além do conjunto de percepções de mundo individuais para ser uma percepção social de grupo. Utilizamos esse termo devido ao tema de pesquisa, a metodologia fenomenológica utilizada e ao objetivo de investigar as concepções e percepções de um grupo

de professores e pesquisadores.

3 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.

4 Organismos que podem sobreviver em ambientes hostis ou letais para a maioria dos outros seres vivos

5 Insight significa clareza súbita na mente, no intelecto de um indivíduo; iluminação, estalo, luz, compreensão ou solução de um problema pela súbita captação mental dos elementos e relações.

6 Variação imaginativa, diz respeito ao ato de buscar encontrar a essência ou significação do fenômeno de estudo.

7 O curso virtual “Origens da vida no contexto cósmico” é desenvolvido pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, disponível na plataforma Cursera.

8 O projeto “LUCA ciência para educar”, consiste em uma empresa que visa a divulgação e disseminação de conteúdos científicos, principalmente relacionados à Astrobiologia.

Claudiane Chefer

Titulação: Mestre

Afiliação institucional: Bolsista de Doutorado/Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática/Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil/Grupo de estudos e Pesquisa em Formação de Professores de Ciências e Matemática – ForPCIM.

E-mail: clauchefer@hotmail.com

André Luis

Titulação: Doutor

Afiliação institucional: Professor Adjunto efetivo/Departamento de Biologia/Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil/ Grupo de estudos e Pesquisa em Formação de Professores de Ciências e Matemática – ForPCIM.

E-mail: alopef@gmail.com

Contato:

Claudiane Chefer

Universidade Estadual de Maringá - UEM

Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática - PCM

Av. Colombo, nº 5790 - Zona 7

Maringá - PR | Brasil

CEP 87.020-900

Editor responsável:

Guilherme Trópia

Contato:

Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais – CECIMIG

Faculdade de Educação – Universidade Federal de Minas Gerais

revistaepec@gmail.com

O CECIMIG agradece à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pela verba para editoração deste artigo.