

O NECESSÁRIO ESTUDO SOBRE O FENÔMENO VIDA EM TEMPOS DE ASCENSÃO DA ASTROBIOLOGIA E DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Jéssica Laguilio Rodrigues¹

RESUMO

As discussões acadêmicas sobre “O que é vida?” têm sido direcionadas para a compreensão da consolidação da ciência Biologia, de forma epistemológica, ao considerar que o desenvolvimento do conhecimento biológico, proporcionou inúmeras ferramentas conceituais que auxiliam na compreensão deste fenômeno. Mas, ao nos voltarmos para essas áreas emergentes de estudo, como o da astrobiologia, e também as tecnologias que estão à nossa disposição, como a inteligência artificial, o fenômeno da vida está sendo considerado e veiculado por essas publicações acadêmicas? Como isso pode fazer parte da formação inicial e ser inserido no ensino de Ciências e Biologia? Diante desta premissa, este trabalho, oriundo de um ensaio teórico e epistemológico, a partir de uma pesquisa bibliográfica, teve o objetivo de investigar como a literatura aborda conceitos acerca do fenômeno vida, considerando as ferramentas conceituais da astrobiologia e da inteligência artificial, que podem ser refletidas na formação inicial de professores para o ensino de Ciências e Biologia na Educação Básica. Através de uma análise interpretativa dos textos acadêmicos selecionados, mediante critérios estabelecidos à priori, foi possível concluir que embora hajam diversos trabalhos sobre astrobiologia e inteligência artificial, ainda pouco se tem sobre as definições de vida e a inserção desses conteúdos na formação inicial e continuada. Isto revelou que novas pesquisas e debates nos conselhos acadêmicos devem ser promovidos no que tange a reorganização curricular para inserir novas ementas que possibilitem essa formação aos futuros professores de Ciências e Biologia.

Palavras-chave: Ensino, Epistemologia, Conceitos e Definições, Formação inicial e continuada.

INTRODUÇÃO

Vivemos em uma era marcada por avanços científicos e tecnológicos que têm revolucionado nossa compreensão do mundo e do universo que nos cerca. Da mesma forma, a educação também é marcada pelas mesmas eras, sendo impulsionada para transições metodológicas de ensino, que envolvam abordagens mais ativas, com o uso de recursos das tecnologias digitais da informação e da comunicação, que estejam correlacionadas a este desenvolvimento e a uma formação cidadã crítica (Bacich; Moran, 2017).

Ao considerar a transposição desses novos conhecimentos para os currículos, percebe-se que os conteúdos de Ciências e Biologia também acomodam esses avanços e passam a

¹ Professora Doutora da Universidade Estadual de Maringá – PR (jlrodrigues2@uem.br)

repercutir nas práticas de professores da Educação Básica. Como a Vida e Evolução é uma unidade temática presente desde os anos iniciais do ensino fundamental até o ensino médio na organização disciplinar de Ciências e Biologia (Brasil, 2018), não resta dúvidas que compreender o fenômeno vida é imprescindível para a prática pedagógica.

Diante do exposto, no mínimo, é esperado que a formação inicial do futuro professor de Ciências e Biologia promova a formação conceitual, além de um debate epistemológico para a compreensão do que é vida, para a ciência Biologia. Para Mayr (1998), a História da Ciência contribui para compreender os problemas enfrentados no desenvolvimento da Biologia. A partir do reconhecimento destes problemas, as soluções e a produção do conhecimento “enquanto atividade humana está, necessariamente, vinculada ao meio intelectual e institucional de cada época” (Delizoicov, Slongo, Hoffmann, 2011, p. 8842).

Todavia, o que se observa em estudos desenvolvidos com a temática (Rodrigues, 2016; Rodrigues, 2020), durante o processo de formação inicial não tem sido vivenciado debates profundos nas áreas de estudo do conhecimento biológico ou discussões históricas e filosóficas no campo da epistemologia. Sem isso, faltam subsídios para articular uma concepção do que vem a ser o objeto de estudo desta ciência na formação do futuro professor pesquisador. Desta forma, não é estranho encontrar concepções de vida entre licenciandos do último ano do curso que sejam demasiadamente clássicas (Rodrigues, 2020), descrita na literatura como sendo a de “ciclo vital” (Freitas, 1989, p.39), repercutindo na formação de alunos da educação básica que compreenda a vida da mesma forma reducional.

Compreender o fenômeno vida para além de definições clássicas é necessário (Friaça, 2010; Ferraro, 2019; Souza, 2021), principalmente ao considerar que dois campos têm ganhado destaque no cenário atual, a Astrobiologia e a Inteligência Artificial (Galante et al, 2016; Chefer, 2022; Salvan, 2022). Ambos campos de estudo possuem complexa influência sobre nossa compreensão do fenômeno vida. É fundamental, portanto, refletir sobre como as produções acadêmicas, veiculadas através da literatura, têm ferramentas conceituais que permitam integrar também esses dois campos para a compreensão da vida em um contexto de formação inicial para o ensino de Ciências e Biologia.

Ao nos voltarmos para essas áreas emergentes de estudo, como o da astrobiologia, e também as tecnologias que estão à nossa disposição, como a inteligência artificial, o fenômeno da vida está sendo considerado e veiculado por essas publicações acadêmicas? Como isso pode fazer parte da formação inicial e ser inserido no ensino de Ciências e Biologia? Diante desta premissa, este trabalho, oriundo de um ensaio teórico e epistemológico, a partir de uma pesquisa bibliográfica, teve o objetivo de investigar como a literatura suscita compreensões acerca do fenômeno vida, considerando as ferramentas

conceituais da astrobiologia e da inteligência artificial, que podem ser refletidas na formação inicial de professores para o ensino de Ciências e Biologia na Educação Básica.

ENTRELAÇAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS DO MUNDO VIVO E A CAMPOS EMERGENTES DA ASTROBIOLOGIA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A epistemologia da Biologia é a ciência da construção do conhecimento biológico. Ao considerar que a Biologia estuda a vida, logo esse campo de estudos deve dizer respeito a como este fenômeno foi concebido no percurso histórico da humanidade de modo científico (MEGLHIORATTI et al, 2007). Entretanto, o que a literatura dispõe sobre a epistemologia desta ciência ainda é incipiente quando comparado aos referenciais da física e da química. Ora isto se deve a Biologia ser uma ciência de reconhecimento tardio, ora também devido aos poucos biólogos que se dedicam a publicar sobre como é o desenvolvimento do pensamento biológico (MAYR, 2008; 1998).

Todavia, nas últimas décadas tanto no Brasil quanto mundo a fora, inúmeras contribuições têm se somado ao campo da epistemologia da Biologia. As pesquisas desenvolvidas no domínio conceitual têm buscado respaldo na história e filosofia para tecer compreensões acerca de como são as visões de mundo sobre os conhecimentos biológicos (CARNEIRO; GASTAL, 2005). Alguns conceitos amplamente estudados são: origem da vida; organização dos seres vivos; evolução; ecologia ; gene e, não menos importante, a vida (RODRIGUES, 2020; RODRIGUES, 2016).

Desta forma, pode-se dizer que a Biologia – diferente da física e da química – caracteriza-se como a ciência dos conceitos (MAYR, 2008), uma vez que seu objeto de estudo possui características próprias e metodologias particulares de estudo. Foi a epistemologia da Biologia que permitiu elucidar essas características, uma vez que foi edificada por reflexões particulares de estudiosos dessa ciência que pensavam de modo distinto da filosofia physicalista. Justina (2011, p. 47) ressalta bem isto ao afirmar que “pensar a biologia de forma epistemológica é refletir em nível dos conceitos, como estes foram e continuam sendo (re)construídos. Discutir os conceitos centrais da biologia é uma etapa importante para a sistematização do conhecimento científico.”.

No que tange ao estudo para se chegar ao conceito de vida, em uma breve história sobre este fenômeno na Terra, observa-se que conforme os ensaios físicos se tornavam insuficientes para explicar integralmente o fenômeno, distintas abordagens que concorriam entre si como formas de estudar o mundo vivo ganharam espaço e se tornaram frequentes. Para compreender

esse processo histórico de constituição de uma dada ciência é necessário regressar aos contextos de produção de conhecimento, compreender as abordagens e visões de mundo vigentes, caso contrário, significa vendiar os olhos para o arcabouço que sustenta as rupturas e as emergências de novos conceitos e de diferentes formas de se pensar.

Foram os debates históricos e filosóficos entre os estudiosos do mundo vivo e do não vivo que proporcionaram suscitar uma ciência particular para compreender a vida – a Biologia. Esta ciência emergiu no século XIX diante da configuração de uma nova abordagem de pensamento, distinta daquelas imbuídas nas ciências físico-químicas, intitulada de organicismo (MAYR, 2008; 1998).

Embora o termo organicismo possua um conceito, que é o estudo da ciência do mundo vivo centrado no organismo, para a Biologia isto representa no campo epistemológico o início da busca por sua autonomia (MAYR, 2008; EL-HANI, 2002). Isto é, o organismo é aquele constituído por vários e distintos níveis de organização que possuem constante interação entre suas partes, de modo que o estudo singular de cada uma não representa a compreensão do todo, apenas o conhecimento isolado desta fração da vida. Desta forma, para estudar e compreender o fenômeno da vida, em dimensões macrocósmicas (Mayr, 2008) e informacionais (Barbieri, 2008) é necessário contemplar os emergentes estudos da astrobiologia e inteligência artificial (IA).

A Astrobiologia, ciência que estuda a vida no universo, tem buscado evidências de vida em outros planetas e luas, expandindo nossos horizontes além da Terra. A descoberta de exoplanetas na zona habitável de estrelas e a presença de água em Marte reacenderam o debate sobre a possibilidade de vida extraterrestre (Dias et al, 2023; Donato; Campos; Dias, 2020; Friaça, 2010). A Inteligência Artificial, é definida por autores como Damaceno e Vasconcelos (2018) como uma disciplina que busca criar sistemas computacionais capazes de realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana, como aprendizado, raciocínio, resolução de problemas, percepção de padrões, compreensão de linguagem natural e tomada de decisões. De acordo com Russel e Norvig (2004), esses sistemas são projetados para imitar ou replicar, em algum grau, a capacidade cognitiva e a adaptabilidade humanas.

Essas duas áreas se complementam, pois, a Inteligência Artificial pode acelerar a análise de enormes conjuntos de dados coletados em missões espaciais e telescópios, identificando padrões que poderiam indicar a presença de vida. Além disso, a IA possibilita a simulação de ambientes extraterrestres e a modelagem de processos bioquímicos, ajudando os cientistas a entenderem como a vida pode se desenvolver em diferentes cenários cósmicos.

No entanto, essa relação entre Astrobiologia e Inteligência Artificial também traz desafios éticos e filosóficos. À medida que nos aproximamos da possibilidade de encontrar vida fora da Terra, questões sobre como devemos interagir com formas de vida alienígenas e se devemos interferir em ecossistemas extraterrestres emergem como dilemas cruciais. Além disso, a criação de inteligência artificial avançada levanta questões sobre a definição de vida e a possibilidade de criarmos formas de vida artificiais (Netto; Rinaldi, 2011).

Outro ponto a ser considerado é como a compreensão da vida em um contexto astrobiológico pode impactar nossa percepção de vida na Terra. A visão de que a vida pode ser uma manifestação comum no universo pode nos levar a apreciar ainda mais a singularidade e a fragilidade da vida em nosso próprio planeta, incentivando a preservação ambiental e o cuidado com nosso ecossistema (Friaça, 2020; Galante et al, 2016).

Diante de tais apontamentos, não resta dúvida que o futuro professor de Ciências e Biologia, além de compreender a rede conceitual do fenômeno vida, deve compreender as extensões e a plasticidade deste conceito polissêmico aos estudos da Astrobiologia e da Inteligência artificial, uma vez que estão cada vez mais inseridos na educação básica nas unidades temáticas Terra e Universo; Vida e Evolução (Brasil, 2018).

METODOLOGIA

O presente trabalho oriundo de uma pesquisa qualitativa bibliográfica com análise interpretativa (FLICK, 2004) se desenvolveu em duas etapas para atender os objetivos propostos, sendo a primeira as buscas na plataforma Google Acadêmico, utilizando os termos de busca ‘o conceito de vida para a astrobiologia’ e ‘o conceito de vida para a inteligência artificial’, para posterior análise e seleção mediante o conteúdo presente no título e resumo dos trabalhos publicados em periódicos, ou seja, artigos científicos.

A segunda etapa consistiu na leitura e análise interpretativa sobre as contribuições desses materiais para a formação de professores no ensino de Ciências e Biologia. Esta é uma abordagem amplamente utilizada em pesquisa qualitativa para compreender e interpretar dados coletados a partir de fontes como documentos. A análise interpretativa frequentemente utiliza a triangulação, que envolve a combinação de diferentes fontes de dados para obter uma compreensão mais abrangente e confiável do fenômeno em estudo (Flick, 2004).

Desta forma, os trabalhos foram triangulados com os referenciais teóricos sobre Astrobiologia e Inteligência Artificial, para revelar como os trabalhos encontrados na busca realizada podem auxiliar a formação de professores para acompanhar os desenvolvimentos

científicos e tecnológicos para explicar o fenômeno vida, preparando-os para abordar esses temas de maneira atualizada, relevante e também aplicada em sala de aula.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao realizar a primeira etapa, foram utilizados como critério de seleção o tipo de publicação do trabalho, sendo considerados para este estudo somente aqueles publicados em periódicos, anais, com o seu devido número de registro (ISSN), bem como a presença no título de palavras que fizessem menções diretas ou indiretas à vida e Astrobiologia, como à vida e IA. Desta forma, foram utilizados neste estudo 13 trabalhos, dos quais 9 são pertinentes a Astrobiologia e 4 a IA (Quadro 1). Este dado inicial revela o quão incipiente são essas abordagens do fenômeno vida, mesmo que para a Astrobiologia seja um tanto necessário mencionar a vida em contextos exoplanetários, nem sempre tem sido o objeto de estudo conceitual para identificar definições mais abrangentes sobre vida. Enquanto para a IA tem sido mais associada à era da informação e processamento de dados, poucos fazem menção direta sobre como esta disciplina pode explorar dimensões conceituais do fenômeno vida.

Título	Autores	Periódico/Ano
Astrobiologia Como Eixo Integrador Do Ensino De Ciências E Biologia: Como Extraterrestres Podem Nos Auxiliar No Estudo Da Vida Na Terra	César Silva Lima, Marcelo Soares Dos Santos	Anais Do Congresso Nordestino De Biólogos - Vol. 6: Congrebio 2016
Astrobiologia: Como Modelar O Crescimento De Organismos Na Terra E Em Exoplanetas	Hermano Velten, Alcides Castro E Silva E Carlos Felipe Saraiva Pinheiro	Cadernos De Astronomia, Vol.1, N1, 116-122 (2020)
Um Critério Energético Para O Desenvolvimento De Vida Em Um exoplaneta	Hermano Velten, Douglas Delladea E Arthur Primola	Cadernos De Astronomia, Vol. 3, Nº2, 59-65 (2022)
Astrobiologia E Sua Importância No Entendimento Da Origem E Evolução Da Vida	Tatiane Peters Donato, Berenice Chiavegatto Campos E Bruno Leonardo Do Nascimento Dias	Research, Society And Development, V. 9, N. 2, E11922147, 2020
Habitabilidade Cósmica E A Possibilidade De Existência De Vida Em Outros Locais Do Universo	Frederico Vieira, Dinelsa Machaieie, Karin Fornazier, Lia Corazza, Manuel Castro, José Williams Vilas-Boas, José Roberto Cecatto, Carlos Alexandre Wuensche	Revista Brasileira De Ensino De Física, Vol. 40, No 4, E4308, 2018
Astrobiologia e dádiva como contribuições para a mudança de comportamento humano em relação à vida na terra	Delton Mendes Francelino E Vitória Cássia Gabriela De Oliveira	Revista Eletrônica De Investigação Filosófica, Científica E Tecnológica Volume VII – Número XXII, 2021.
Existe vida fora da terra? Uma proposta de Unidade de ensino utilizando o tema exoplanetas	Telma De Fátima Clarita Carvalho, André Lucas Maia E Aline Tiara Mota	Anais Do V Simpósio Nacional De Educação Em Astronomia – V SNEA, 2018

Origens da vida no contexto cósmico: o primeiro MOOC em astronomia desenvolvido no Brasil	Rodrigo de Souza, Elysandra Figueredo Cypriano	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 42, e20190268 2020
Astrobiologia: água e vida no sistema solar e além	Jorge Quillfeldt	Cad. Bras. Ens. Fís., v. 27, n. Especial: p. 685-697, 2010.
Vida Artificial: Conceitos E Aplicações	Marcio Lobo Netto, Luciene Cristina Alves Rinaldi	Anais do X SBAI – Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Vol. X, 2011.
A Inteligência Artificial versus a Inteligência Humana	Marcos Antonio de Menezes	Saber Humano, v.13, n.22, pp.220-239, 2023.
Inteligência Artificial, Educação de Crianças e o Cérebro Humano	Sérgio Navega	Revista de Estudos de Comunicações of the University of Santos Ano 25, No. 72, 2000, pp 87-102
Deep learning: a Inteligência Artificial que domina a vida do século XXI	Dora Kaufman	Revista Digital de Tecnologias Cognitivas, n. 17, p. 17-30, São Paulo, 2018.

Quadro 1: Publicações selecionadas a partir das buscas no Google Acadêmico.

Após a seleção pelos critérios relatados, foi feita uma leitura minuciosa dos resumos e considerações finais dos trabalhos, para então acessar as demais partes do texto, que revelaram diversos aspectos teóricos e metodológicos tanto no campo da Astrobiologia quando da IA para relacionar com a formação de professores de Ciências e Biologia. Como resultado, obteve-se que a maior parte dos trabalhos se trata de revisões de literatura que ora fazem menção ao ensino como no caso de Lima, Marcelo e Santos (2016), Carvalho, Maia e Mota (2018) e Souza e Cypriano (2020), e ora mencionam redes conceituais destas áreas, como observado em Quillfeldt (2010), Velten, Silva e Pinheiro (2020), Velten, Delladea e Primola (2022), Donato, Campos e Dias (2020), Vieira *et al.* (2018) e todos os quatro sobre IA.

Diante deste cenário inicial, percebeu-se que os trabalhos têm preocupações com as dimensões conceituais, ao se dedicarem a apresentar referenciais teóricos de base, como alguns já bastante divulgados pela ciência como os de Galante (2016), Friaça (2010) e Russel e Norvig (2004). Mas, aqueles que se dedicaram a trabalhar com estes campos das definições no ensino trouxeram concepções sobre a “Astrobiologia como um eixo integrador do ensino de ciências, o que pode permitir que os alunos construam uma visão mais holística sobre os fenômenos e processos responsáveis pelo surgimento e desenvolvimento da vida.” (Lima, Marcelo e Santos, 2016 p. 291).

Isto foi bem pontuado pelos autores, uma vez que o próprio conceito de vida também é integrador do conhecimento biológico e a, Astrobiologia, uma ciência interdisciplinar, que mobiliza estudos das ciências biológicas, físicas, químicas e também geológicas. Dessa forma, a astrobiologia não deveria ser apenas um tópico em um dado período e etapa da formação básica dos alunos. Estes estudos devem perpassar por todo o ciclo formativo do ensino

fundamental e médio nos respectivos componentes de Ciências e Biologia, ao se trabalhar com as diversas dimensões das aplicações da Astrobiologia para resolver questões sobre ‘como a vida pode surgir em diferentes lugares do universo?’, ‘quais formas de vida seriam prováveis de serem encontradas?’ e ‘quais propriedades a vida extraterrestre pode revelar?’.

De acordo com Lima, Marcelo e Santos (2016, p. 292) a Astrobiologia tem subsídios para responder essas questões uma vez que tem desenvolvido

O estudo sobre esses organismos [extremófilos que] contribui para o entendimento sobre aspectos da biologia evolutiva e molecular, além de expandir os conceitos relacionados às condições consideradas viáveis para a existência de vida, ou seja, ambientes com características extremas onde a maioria dos organismos conhecidos não sobreviveria, o que leva a questionamentos sobre a habitabilidade de outros astros e de outros sistemas solares com características diferentes do nosso. [...] Como a vida como conhecemos está diretamente relacionada com a presença de água em estado líquido, planetas em zonas habitáveis tornaram-se o principal foco das buscas conduzidas por astrobiologistas.

Nesta mesma abordagem conceitual da Astrobiologia pode ser relacionado o trabalho de Donato, Campos e Dias (2020), que realizaram uma pesquisa bibliográfica para definir teorias e hipóteses para o surgimento da vida, bem como, conceitos de zonas habitáveis e a possível fisiologia de organismos exoplanetários.

O trabalho desenvolvido por Souza e Cypriano (2020) discutiu sobre os resultados obtidos com um curso intitulado “Origens da vida no contexto cósmico” ofertado para professores das ciências biológicas, física, química ou áreas correlatas. O trabalho em si fala sobre a organização do curso e a efetividade do mesmo para uma formação em rede, uma vez que o mesmo foi ofertado de modo *online* por meio de uma plataforma, a qual contemplou mais de quatro mil acessos durante a execução do curso. Não resta dúvida que trabalhar com a Astrobiologia, se dedicando a essa temática, várias concepções sobre o fenômeno vida foram mobilizadas nesse processo formativo. Porém, o artigo pouco trouxe sobre esta questão conceitual ou conhecimentos que foram produzidos a partir das atividades desenvolvidas no curso, tão pouco sobre os alcances do curso na formação inicial e continuada de professores de Ciências e Biologia nesta temática.

Os trabalhos de Velten, Silva e Pinheiro (2020) e Velten, Delladea e Primola (2022) por sua vez trazem diversas ferramentas conceituais que, inclusive, permite entender quais seriam as regiões ou zonas habitáveis, com elevados índices de ocorrência de vida exoplanetária. Todavia, esses trabalhos pouco fazem relação ou menção de suas aplicações para o ensino de Ciências e Biologia. Mas, não resta dúvidas que são trabalhos que podem ser utilizados como discussões em componentes curriculares da formação inicial para auxiliar nessa compreensão das condições necessárias para a ocorrência da vida. Nesta mesma perspectiva pode-se inserir

o trabalho de Vieira et al (2018, p. 1), que também “aborda alguns aspectos relacionados ao conceito de vida como a conhecemos e explora a relação entre a evolução química do Universo e a produção dos elementos básicos da química prebiótica”.

Em uma abordagem mais filosófica sobre essa questão da Astrobiologia auxiliar na compreensão do fenômeno vida, tem-se o trabalho de Francelino e Oliveira (2021, p.222) que defende

a articulação entre saberes da Astrobiologia e a Dádiva, proposta por Mauss (2008), pode representar importante recurso ecopedagógico, com elementos relevantes para discutibilidade e entendimento da dimensão cultural das práxis humanas como fator indissociável da natureza. A Astrobiologia, como Ciência interdisciplinar e em sua busca pela compreensão da vida na Terra, e fora daqui, tem evocado muitas reflexões que podem ser de importância insofismável para a alfabetização ecológica e ecosófica.

Trata-se de um trabalho de caráter sociológico, que envolve também a educação ambiental ecopedagógica, que consiste na adoção de práticas de preservação do meio e, também, na reflexão sobre princípios éticos acerca das missões espaciais. A relação deste trabalho com a formação inicial e continuada é a afirmação em seu discurso teórico que

A Astrobiologia, como campo científico e Ecopedagógico, com seus diversos saberes, curiosidades e capacidade de gerar “encanto”, revela-se, portanto, como rico estímulo para processos ecoeducativos que levem em consideração a inter e a transdisciplinaridade, nos mais diversos contextos de educação, sejam eles formais, não formais e informais (ibidem, p. 234).

Dentre os trabalhos, até então analisados, sobre a Astrobiologia o único entre eles que teve menção direta ao ensino de Ciências e Biologia, com potencial para a formação inicial e continuada é o de Carvalho, Maia e Mota (2018). Trata-se de “uma proposta de unidade de ensino sobre “exoplanetas”. Partindo do questionamento sobre a existência de vida em outros planetas” (ibidem, p. 1), que por meio desta abordagem é discutido sobre os conceitos envolvidos. Essa proposta é uma sequência didática, organizada em 6h/a com diferentes momentos pedagógicos, sendo eles a problematização, apresentação da questão “o que são exoplanetas”, aula expositiva dialogada sobre os conceitos deste tema, e o último momento seria um debate para registrar os argumentos dos alunos fundamentados após os estudos sobre exoplanetas. Com esta proposta, pode-se perceber que é uma forma de trabalhar com a astrobiologia e mobilizar diversos conceitos, incluindo o que é vida, zona habitável, origem da vida, panspermia entre outros que são objetos de conhecimento dos currículos básicos (Brasil, 2018). Sendo assim, é um trabalho que tem potencial para ressignificar a prática pedagógica nesta temática.

De acordo com a literatura sobre a Astrobiologia no ensino de Ciências e Biologia (Chefer; Oliveira, 2022; 2022; Silva; Queirós, 2022; Brasil et al, 2018), pode-se evidenciar que

se trata de um paradigma educacional emergente, uma vez que esta área é consonante com a integração e interdisciplinaridade necessária no ensino de ciências. Embora

a astrobiologia ainda é uma 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 a apresentem como um campo científico e explorem na pesquisa em ensino de ciências seu potencial para a educação e alfabetização científica. (Chefer; Oliveira, 2022).

No que tange este estudo à abordagem da IA para compreensão do fenômeno vida e sua relevância para o ensino de Ciências e Biologia, foi constatado pelos trabalhos que se enquadraram nos critérios de seleção que os quatro abordam o fenômeno vida perifericamente. Nesse sentido, pode-se entender que os objetivos dos discursos não tinham como principal a categorização da vida pela IA, mas sim, as aplicações da IA para os humanos e, também, na educação.

Não resta dúvidas que a IA faz parte da vida das pessoas, de forma direta ou indireta. Por isto, as preocupações têm sido de ordem fisiológica – quanto às próteses biomecânicas; neurônios artificiais; auxílio cognitivo de processamento de informações e dependência emocional da ferramenta – e educacional – como a IA pode estar inserida nas escolas, auxiliar o processo de ensino e aprendizagem e, até mesmo, atrapalha-lo (Navega, 2000).

Ao que tudo indica, embora os estudos em IA sejam de uma longa data – deste os anos finais do século passado (Haugeland, 1985), ainda é incipente no que diz respeito às aplicações desses estudos nos campos conceituais das ciências biológicas, até para definir o que é vida. A vida tem-se utilizado da IA para diversas finalidades, mas, o que tem preocupado no momento são as questões de ordem ética e moral,

especialmente em relação ao seu impacto na sociedade e na relação entre a tecnologia e o ser humano. É nesse contexto que a filosofia pode desempenhar um papel importante na compreensão dessas questões e na definição de um quadro ético para a aplicação da inteligência artificial. (Menezes, 2023).

Todavia, o único trabalho que faz menção a IA como forma de conceituar vida, mesmo sendo na proposta de uma vida artificial, foi o trabalho de Netto e Rinaldi (2011). Os autores tratam do tema dentro do campo conceitual, filosófico, partindo do que se tem de definições de vida através das ciências físico-químicas, uma vez que se apropria de referenciais teóricos desta área e não da biologia. A partir desse conceito, desenvolve o que se define por vida artificial (VA), como sendo “uma forma alternativa de estudar a vida, ou seja, permite o estudo de um sistema ou organismo vivo através de simulações computacionais (modelos matemáticos)” (ibidem, p. 923).

Embora seja uma definição um tanto pragmática, fiscalista, carente de maiores debates epistemológicos para superar essas reduções conceituais, a parte que tange às simulações é algo a ser considerado, uma vez que no ensino de Ciências e Biologia exercem um importante papel de recurso didático, que pode ser explorado pelos professores em seu ensino. Como exemplo disso, é válido citar os jogos, criados nesse ambiente da IA, que simulam VA e que podem ser utilizados para contextualizar, problematizar e até mesmo organizar os conhecimentos sobre o fenômeno vida para promover uma abordagem mais integrada de seu estudo. O jogo “Célula à Singularidade” (Computer Lunch, 2018) é um exemplo disso, da união da Astrobiologia, da IA, para trabalhar temas como origem da vida, evolução química, panspermia, organização dos seres vivos, evolução e entre outros conteúdos que estão presentes nas unidades temáticas Vida e Evolução; Terra e Universo (Brasil, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessária compreensão do fenômeno vida em tempos de ascensão da Astrobiologia e da Inteligência Artificial tem relação direta na formação de professores de Ciências e Biologia para o ensino na educação básica. Nesse contexto, a formação desses professores deve estar alinhada com os avanços científicos e tecnológicos, preparando-os para abordar esses temas de maneira atualizada e relevante em sala de aula. Mas, o que se observou pela pesquisa bibliográfica é que poucos estudos têm abordado esse fenômeno e, por isso, são pouco conhecidos para os processos de formação.

Para isto, podem ser destacadas ações para refletir em uma inserção mais consciente e integrada da Astrobiologia e da IA no ensino de Ciências e Biologia a começar pela formação continuada de professores, uma vez que novas pesquisas sendo desenvolvidas nessas áreas somarão e poderão preencher as lacunas evidenciadas neste estudo como a escassez de trabalhos. Além disso, novos estudos emergindo dos cursos de pós-graduação deverão promover a inclusão de atualizações curriculares que reflitam sobre os avanços na Astrobiologia e na Inteligência Artificial. Isso garante que os futuros educadores estejam cientes das últimas pesquisas e possam formar conhecimentos atualizados para o seu ensino de Ciências e Biologia.

A compreensão da vida no universo e da Inteligência Artificial também está enraizada em contextos culturais e sociais. Os professores devem ser capazes de abordar esses tópicos considerando diferentes perspectivas culturais e os impactos sociais dessas áreas emergentes. Além disso, a interconexão dessas áreas pode despertar o interesse e a curiosidade dos alunos. Professores bem formados podem criar um ambiente de aprendizado estimulante, inspirando os

estudantes a explorar mais profundamente esses temas interdisciplinares. Para isto, a formação inicial e continuada respaldada pela epistemologia da biologia promove o pensamento crítico e a abordagem interdisciplinar, sendo essencial para analisar e integrar conhecimentos de diferentes campos, como a vida para a biologia, astrobiologia e IA – sem uma abordagem demasiadamente fisicalista e mecanicista sobre o fenômeno vida.

Ao considerarmos que a epistemologia da biologia é o estudo da natureza do conhecimento e da construção do conhecimento nesta ciência, ela desempenha um papel crucial na formação de um domínio conceitual sólido sobre a vida em relação à astrobiologia e à IA. No entanto, mais estudos epistemológicos no campo conceitual dessas áreas emergentes que se intersectam com o fenômeno vida são necessários. Para que estes estudos incidam e reflitam na *educação básica*, precisam envolver escolas como campo de construção de conhecimentos e formação continuada de professores de Ciências e Biologia; no *ensino superior* envolvendo as universidades como campo e meio de produção de novos conhecimentos é preciso para que incidam sobre as ementas disciplinares que compõe o currículo na formação inicial de professores. Com essa produção colaborativa e integrada de ambas etapas educacionais poderá se configurar em uma forma de sanar as lacunas evidenciadas neste estudo.

REFERÊNCIAS

- BACICH, L., MORAN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2016.
- BARBIERI, Marcello. Biosemiotics: a new understanding of life. **Naturwissenschaften**, vol. 95, 2008, p.577-599.
- BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação e da Cultura. Brasília, 2018.
- Damaceno, S. S.; Vasconcelos, R. O. Inteligência Artificial: Uma Breve Abordagem Sobre Seu Conceito Real E O Conhecimento Popular. **Ciências exatas e tecnológicas**, v. 5, n.1, 2018, p. 11-16.
- DIAS et al, As bases filosóficas da astrobiologia. **Revista Opinião Filosófica**, v. 14, n. 1, 2023.
- FLICK, Uwe. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2º ed., 2004.
- FREITAS, Mario. Distinção entre ser vivo e ser inanimado, uma evolução de estádios ou um problema de concepções alternativas? **Revista portuguesa de educação**, Minho, Portugal: 2 (1), 1989, p.33-51
- FRIAÇA, A. C. S. Subjetividade no reconhecimento da vida no universo. **Revista Brasileira de Psicanálise**, V. 44, n. 3, 2010, p. 93-10.
- GALANTE, D. et al. **AstroBiologia: uma ciência emergente**. Livro eletrônico. Núcleo de Pesquisa em AstroBiologia. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016.
- HAUGELAND, J. **Artificial Intelligence: The Very Idea**. MIT Press, 1985.
- MAYR, E. **Isto é Biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2008.
- MAYR, Ernst. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Editora Universidade de Brasília: Brasília, 1998.
- MEGLHIORATTI, F. A.; EL-HANI, C. N.; CALDEIRA, A. M. A. O conceito de organismo em uma abordagem hierárquica e sistêmica da Biologia. **Revista da Biologia**, v.9, n.2, 2012, p. 7-11.
- NETTO, M. L.; RINALDI, L. C. A. Vida Artificial: conceitos e aplicações. **Anais do X SBAI – Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente**, São João Del-Rei, 201.
- RODRIGUES, J. L. **O conceito de vida: um diálogo com professores pesquisadores das Ciências Biológicas**. Dissertação de Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, 2016.
- RODRIGUES, J. L. **O fenômeno da vida e o curso de ciências biológicas: paradigmas e perspectivas**. Tese de Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, 2020.
- RUSSEL, S., NORVIG, P. **Inteligência Artificial**, Editora Campus, 2ª ed., 2004.