

ASTROBIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO: TECENDO BASES NO CURRÍCULO DE BIOLOGIA BRASILEIRO E PARANAENSE

ASTROBIOLOGY IN HIGH SCHOOL: WEAVING BASES IN THE BRAZILIAN AND PARANAENSE BIOLOGY CURRICULUM

ASTROBIOLOGÍA EN LA ESCUELA SECUNDARIA: TEJIENDO BASES EN EL CURRÍCULO DE BIOLOGÍA BRASILEÑO Y PARANAENSE

Claudiane Chefer¹, André Luis de Oliveira²

Resumo

Buscou-se por meio de uma pesquisa qualitativa de cunho documental, identificar na Base Nacional Comum Curricular e no Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná-PR, componente curricular Biologia, habilidades, temáticas e conteúdos que podem ser associados a ciência Astrobiologia. Foi possível por meio da análise inferir, que tanto no currículo proposto pela base quanto nos referenciais paranaenses, são postos vários conteúdos que, a partir de um olhar abrangente e contextualizado, contemplam os conceitos e conhecimentos científicos que embasam a pesquisa astrobiológica. Inclusive nas orientações paranaenses, a Astrobiologia é contemplada como conteúdo escolar. Partindo deste contexto, a identificação de conceitos e relações diretas representam marcos conceituais da inserção da Astrobiologia no currículo brasileiro e paranaense para o Ensino Médio.

Palavras-chave: Vida no Universo; Pesquisa documental; Currículo de Biologia.

Abstract

It was sought through a qualitative documentary research, identifying in the National Common Curricular Base and in the Curricular Reference for Secondary Education in Paraná-PR, curricular component Biology, skills, themes and contents that can be associated with Astrobiology science. It was possible, through the analysis, to infer that both in the curriculum proposed by the base and in the Paraná references, various contents are placed that, from a comprehensive and contextualized look, contemplate the concepts and scientific knowledge that underlie astrobiological research. Even in Paraná's guidelines, Astrobiology is contemplated as a school subject. Based on this context, the identification of concepts and direct relationships represent conceptual milestones for the inclusion of Astrobiology in the Brazilian and Paraná curriculum for High school.

Keywords: Life in the Universe; Documentary research; Biology Curriculum.

¹ Doutoranda em Educação para a Ciência e a Matemática - Universidade Estadual de Maringá (UEM). Maringá, PR - Brasil. Professora de Ciências - Secretaria de Educação do Estado do Paraná (SEED/PR). Curitiba, PR - Brasil. Bolsista - Doutorado CAPES/Fundação Araucária. E-mail: clauchefer@hotmail.com

² Doutor em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática - Universidade Estadual de Maringá (UEM). Maringá, PR - Brasil. Professor Adjunto - Universidade Estadual de Maringá (UEM). Maringá, PR - Brasil. E-mail: aloprof@gmail.com

Resumen

Se buscó, a través de una investigación documental cualitativa, identificar en la Base Curricular Común Nacional y en la Referencia Curricular para la Educación Secundaria de Paraná-PR, componente curricular Biología, habilidades, temas y contenidos que pueden ser asociados a la ciencia Astrobiología. Fue posible, a través del análisis, inferir que tanto en el currículo propuesto por la base como en los referentes paranaenses se ubican diversos contenidos que, desde una mirada comprensiva y contextualizada, contemplan los conceptos y saberes científicos que subyacen a la investigación astrobiológica. Incluso en las directrices de Paraná, la Astrobiología está contemplada como materia escolar. Con base en este contexto, la identificación de conceptos y relaciones directas representan hitos conceptuales para la inclusión de la Astrobiología en el currículo brasileño y paranaense de la Escuela Secundaria.

Palabras clave: Vida en el Universo; investigación documental; Currículo de Biología.

1 Introdução

Fazer parte da sociedade atual demanda artifícios que integram nossa forma de viver e pensar o desenvolvimento científico e tecnológico. A Educação Científica como um desses artifícios é vista por Demo (2010), como uma das habilidades essenciais do século XXI, propulsora da produção científica e alicerce de todos os estudos que envolvem a Ciência.

O ensino de conhecimentos biológicos emerge no âmbito da Educação Básica como uma exigência contemporânea da Educação Científica. A atividade de ensinar esses assuntos por meio dos preceitos de alfabetização científica, toma posse da interlocução entre o ensino e a aprendizagem com a pretensão de construir uma cultura científica que possa edificar os modos de viver e pensar o mundo pelos estudantes.

A Biologia em uma definição simplista, é a ciência que estuda a complexidade dos seres vivos, bem como suas relações e interações com o ambiente abiótico, está presente nas mais diversas situações cotidianas e se ramifica em inúmeras áreas. Conforme Krasilchik (2004), o ensino dessa ciência possui o caráter de contribuir para que os indivíduos sejam capazes de reconhecer e explicar processos e conceitos biológicos, identificar a importância da ciência e da tecnologia na vida moderna, incentivar a tomada de decisões éticas e responsáveis com base no conhecimento científico e reconhecer o papel do ser humano na biosfera.

No âmbito da escolarização, a disciplina de Biologia é caracterizada como aquela que estuda os conceitos, cenários e processos biológicos e aborda saberes que integram o currículo da Educação Básica no eixo das Ciências Naturais para o Ensino Fundamental e das Ciências Naturais e suas Tecnologias, no componente Biologia, para o Ensino Médio (EM). Apesar dessa divisão disciplinar, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias pressupõe a integração entre as disciplinas de Biologia, Química e Física em eixos temáticos, habilidades e competências. Esses elementos abrangem: a análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos; a construção de interpretações sobre a

dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos; e a análise de situações-problema, aplicações e implicações do conhecimento científico e tecnológico no mundo (BRASIL, 2018).

Para tanto, quando mobilizamos habilidades apresentadas pela BNCC, tanto na disciplina de Biologia, quanto integrada a Física e a Química, bem como incorporamos a essa atividade, conhecimentos científicos sobre a natureza viva, suas relações com o ambiente, seus limites e condicionantes a partir de uma perspectiva cósmica, nos remetemos a estudos que são pilares da ciência emergente Astrobiologia. Essa ciência é compreendida por Galante et al. (2019), como uma área de pesquisa multi, inter e transdisciplinar, na qual cientistas de diversos campos estudam a origem, evolução, distribuição e o futuro da vida na Terra e onde mais possa existir no Universo.

Etimologicamente no termo *Astrobiologia*, temos a junção do prefixo *Astro* e *Bio* + *logia*, os quais indicam relação com duas ciências intimamente implicadas em seu desenvolvimento: a Astronomia e a Biologia. Não obstante, a ciência astrobiológica transcende as barreiras do conhecimento científico e incorpora conhecimentos que vão além daqueles produzidos pela Astronomia e pela Biologia, agregando saberes da Química, Física, Geologia, Engenharia Espacial, entre outros.

Devido a seu caráter integrador, de antemão podemos afirmar que sua aplicação no Ensino de Ciências e Biologia satisfaz às orientações propostas nos documentos curriculares que norteiam a Educação nacional, os quais sugerem a interdisciplinaridade e a contextualização como guias do processo de ensino e aprendizagem (BRASIL, 2018). Além disso, essa ciência vem se constituindo como um terreno fértil para discussões sobre diferentes conteúdos ligados substancialmente ao ensino de Biologia na Educação Básica (LIMA; SANTOS, 2016; GOLÇALVES; MEDEIROS; MEDEIROS, 2021; BRITO, 2021).

Para que ocorra a transformação e comunicação do conhecimento científico, o estudo da vida no Universo necessita integrar o domínio curricular (CARRAPIÇO et al., 2001). Assim, se faz necessário investigar como os assuntos relacionados a Astrobiologia são apresentados nos documentos que regem a educação brasileira, inclusive averiguar se é indicado o trabalho com essa temática de maneira explícita nessas orientações curriculares, em especial no currículo da disciplina de Biologia para o Ensino Médio. Neste contexto, buscamos identificar na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no Referencial Curricular para o Novo Ensino Médio do estado do Paraná-PR, componente curricular Biologia, habilidades, temáticas e conteúdos associados a ciência Astrobiologia. Outrossim, procuramos descrever e discutir brevemente esses conteúdos a luz de referenciais da área, com o propósito de apresentar um aporte teórico introdutório e oferecer um recurso de apoio para o desenvolvimento de pesquisas na área de Ensino de Ciências e para a construção de sequências didáticas.

2 Fundamentos introdutórios: saberes produzidos pela pesquisa em astrobiologia e conteúdos escolares

Antes de prosseguir este estudo, pensamos ser necessário situar os conhecimentos produzidos pela pesquisa em Astrobiologia e transpô-los ao contexto curricular escolar, no sentido de torná-los passíveis de serem ensinados, ou seja, como conteúdos escolares.

A Astrobiologia moderna deriva de um antigo programa de pesquisa da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (em inglês: *National Aeronautics and Space Administration* - NASA) chamado Exobiologia. Desenvolvida durante a Guerra Fria, este antigo programa de investigação foi criado a partir da preocupação com a contaminação cruzada entre astronautas e organismos vivos que pudessem viver no espaço. Todavia, devido ao determinado “fracasso” na detecção de sinais de vida extraterrestre, o prefixo “exo” foi substituído pelo termo “astro”, constituindo uma área do conhecimento que abrange além da prospecção de vida no Universo, o estudo da vida e seus condicionantes na Terra.

A difusão da pesquisa astrobiológica se deu fundamentalmente a partir da década de 1990, com a criação do Instituto de Astrobiologia da NASA (em inglês: *NASA Astrobiology Institute* - NAI). O estudo da vida como fenômeno cósmico, em pouco tempo mostrou ser capaz de produzir resultados científicos importantes (GALANTE et al., 2019). Não à toa, atualmente configura-se como uma das frentes de pesquisa não só da agência aeroespacial americana, mas figura como destaque em centros de pesquisa espalhados por todo o globo, inclusive no Brasil e na América Latina.

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 detecção de sinais de água líquida em Marte e nas luas Europa de Júpiter e Encelado de Saturno; a existência de microrganismos extremófilos na Terra; e a compreensão de que os principais elementos químicos componentes dos seres vivos (Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Fosforo e Enxofre - CHONPS) são abundantes também nos corpos celestes.

Um exoplaneta é um planeta que orbita uma estrela que não seja o Sol e, desta forma, pertence a um sistema planetário distinto do nosso. A existência de planetas fora do nosso Sistema Solar, inclusive de planetas rochosos como a Terra, dá margem para questionar se pelo menos algum deles seria capaz de abrigar vida como a conhecemos. Algumas condições de habitabilidade, mesmo que baseadas nos condicionantes terrestres, são consideradas potenciais para a emergência da vida, como por exemplo a presença de água líquida na superfície de um planeta ou satélite natural³.

³ Vale dizer que a presença de água líquida na superfície de um dado planeta ou satélite natural, não garante que este corpo celeste seja habitado, mas sim denota que o mesmo apresenta potencial de habitabilidade.

Neste contexto, a zona habitável ou zona de habitabilidade é definida como a região ao redor de uma estrela em que sua energia luminosa permite temperaturas suficientes para que a água se mantenha no estado líquido na superfície planetária (MELLO, 2019). No Sistema Solar, ela se estende por uma faixa que se inicia quase na órbita de Vênus e termina aproximadamente na órbita de Marte, sendo que a órbita da Terra está em uma posição relativamente central.

Atualmente sabemos que astros do Sistema Solar, como Marte e as luas geladas Europa e Encélado, possuem indícios de reservatórios de água em estado líquido abaixo de suas camadas de gelo. As condições de habitabilidade desses corpos celestes são bem diferentes das consideradas normais para a atividade humana, apesar disso, encontramos em nosso planeta diversos microrganismos que vivem em condições consideradas extremas. Esses são conhecidos como seres extremófilos, organismos que podem sobreviver em ambientes hostis ou letais para a maioria dos seres vivos. Devido a sua capacidade de resistir aos extremos, esses seres e os ambientes onde vivem, são utilizados como modelo para a prospecção de vida e de ambientes extraterrestre análogos.

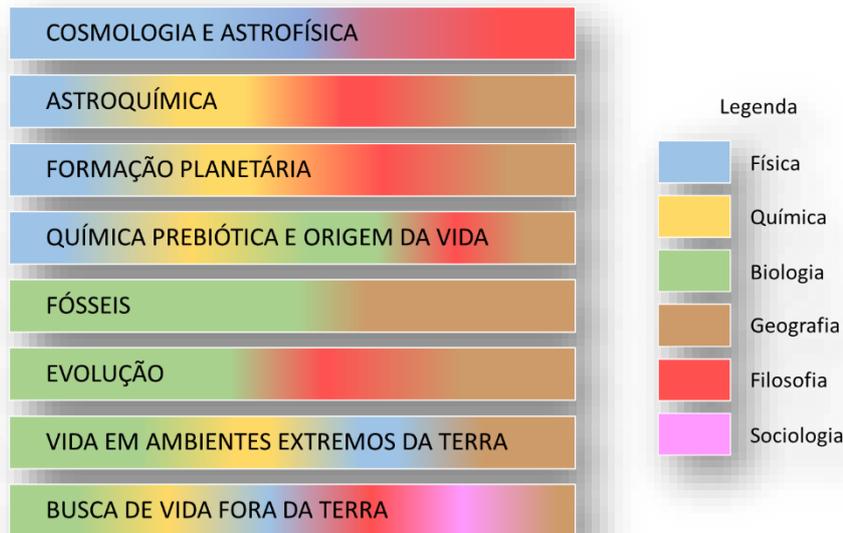
A ciência astrobiológica moderna para Quillfeldt (2019), deve ser entendida como consequência direta do avanço tecnológico e da conquista do espaço, resultantes das condições políticas, sociais e financeiras da atividade humana. Ainda segundo Quillfeldt (2010), frente a essa visão retrospectiva, a atual Astrobiologia aceita e investiga principalmente a possibilidade de vida extraterrestre microscópica e unicelular. As pesquisas nesse sentido, indicam que é mais provável que sejam feitas descobertas que supõe a existência de vizinhos microscópicos em vez de civilizações alienígenas.

A Astrobiologia como área integradora e inovadora do conhecimento científico, constrói pontes entre os mais variados campos da Ciência e atravessa fronteiras tradicionais entre as disciplinas científicas. Contudo, do ponto de vista pragmático, os assuntos que podem ser trabalhados a partir dessa temática são muito flexíveis e apresentam múltiplas abordagens. Essas abordagens, de maneira geral, partem de um ponto de vista bastante amplo em relação ao entendimento do fenômeno vida, considerando as diversas interações com o astro em que a abriga e com seu ambiente astrofísico (GALANTE et al., 2019).

No livro nacional *Astrobiologia: uma ciência emergente*, publicado em versão digital no ano de 2016 e versão física em 2019, Galante e colaboradores buscaram com base no trabalho de Mix et al. (2006), apresentar os principais temas trabalhados pela pesquisa astrobiológica. Esses temas foram organizados pelos autores em quinze tópicos fundamentais, sendo eles: A origem dos elementos; Astroquímica; Planetas habitáveis; Química prebiótica; Origem da vida; A evolução da vida em um planeta em constante mudança; Vida ao extremo; Metabolismos pouco convencionais; Quando os animais herdaram o planeta; Busca de vida fora da Terra; Luas geladas do Sistema Solar; Busca de vida além do Sistema Solar; A procura por vida inteligente e civilizações extraterrestres no espaço; Futuro da vida na Terra e no Universo; e Exploração interestelar.

A medida em que voltamos nosso olhar para os conteúdos escolares, com o propósito de elencar os conceitos da ciência astrobiológica que podem ser incorporados nos currículos, ementas, materiais didáticos e nas práticas pedagógicas desenvolvidas em aulas de ciências e Biologia, procuramos organizar os assuntos apresentados no livro de Galante et al. (2019) em 08 abordagens (Figura 1).

Figura 1. Abordagens da Astrobiologia no contexto do ensino de ciências.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Nesta organização, levamos em consideração a disciplinarização do saber científico ainda presente no cotidiano escolar, contudo partimos de um olhar articulado e interdisciplinar entre as disciplinas de Biologia, Química e Física com apoio da Filosofia, Sociologia e Geografia. No que diz respeito ao componente curricular Biologia, podemos associar a ciência astrobiológica aos conteúdos que envolvem: a Origem da vida; definição, condicionantes e limites para a emergência e manutenção da vida; estudo dos fósseis; evolução; microbiologia e extremófilos; e prospecção de vida fora da Terra.

Diante os múltiplos saberes que a astrobiologia incorpora em seu escopo de estudo e perante a seu potencial integrador de ensino, será que encontramos na BNCC de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e no Referencial Curricular para o Novo Ensino Médio do estado do Paraná-PR, orientações explícitas a respeito do trabalho com temas da Astrobiologia na Educação Básica? E nos componentes curriculares que envolvem unidamente a Biologia, podemos identificar de maneira implícita ou explícita esses conteúdos?

3 Movimentos metodológicos

Para direcionar apontamentos para a presente investigação desenvolvemos uma pesquisa qualitativa de cunho documental. Segundo Kripka, Scheller e Bonotto et al. (2015) a pesquisa documental utiliza, em sua essência, dados provenientes de documentos, com o objetivo de extrair deles informações pertinentes para compreender um dado fenômeno. São considerados documentos quaisquer materiais escritos que possam ser empregados como fonte de informação, como leis e regulamentos, normas, pareceres, cartas, diários pessoais, autobiografias, jornais, revistas, etc. (LÜDKE; ANDRÉ, 2012).

Kripka, Scheller e Bonotto et al. (2015, p.70) diz que cabe ao pesquisador “[...] a tarefa de encontrar, selecionar e analisar os documentos que servirão de base aos seus estudos”. Deste modo, buscamos analisar a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e o Referencial Curricular para o Novo Ensino Médio do estado do Paraná-PR, componente curricular Biologia, com o objetivo de reconhecer como os conteúdos sobre a vida no Universo são mobilizados nesses documentos. Escolhemos a BNCC por se tratar do documento base que norteia os aportes teóricos e curriculares da Educação Básica nacional e o referencial paranaense, pois é nesta unidade federativa que os autores moram e desenvolvem suas atividades de pesquisa e de docência.

Procuramos em um primeiro momento, identificar conceitos e assuntos pertinentes a essa ciência nas orientações curriculares elencadas. Realizamos a leitura dos documentos na íntegra várias vezes, almejando destacar habilidades, temáticas e sugestões de conteúdos, os quais pudessem ser associados direta ou indiretamente a região de inquérito da ciência Astrobiologia. Buscamos identificar os temas astrobiológicos com apoio do livro de Galante et al. (2019) e dos *insights* psicológicos⁴ e variação imaginativa da autora, que trabalha com esse tema a alguns anos. Almejamos também, via busca por descritores, identificar se os documentos apresentavam o termo *Astrobiologia* em seu *corpus* textual. Após a identificação das relações e conteúdos e a busca por palavras-chave, realizamos o processo de inferência, no qual discutimos os resultados obtidos pela análise a luz de referenciais teóricos da área.

⁴ Insights psicológicos são uma visão mental ou discernimento de situações ou verdades que estão escondidas, por meio de uma compreensão intuitiva.

4 Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e Astrobiologia: articulações para o Ensino Médio

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento normativo nacional que define o conjunto de aprendizagens, habilidades e competências que os estudantes da rede pública ou privada, necessitam desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica (BRASIL, 2018). A Base é estruturada em *competências gerais* para cada modalidade de ensino da Educação Básica.

O Ensino Fundamental (EF) e o Ensino Médio (EM) são organizados em quatro *áreas do conhecimento*: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Cada área de conhecimento estabelece *Componentes curriculares* e *competências específicas*, que por sua vez, apresentam um conjunto de *habilidades* relacionadas a diferentes *objetos de conhecimento*, entendidos como conteúdos, conceitos e processos organizados em *unidades temáticas*.

O Ensino Médio é considerado a etapa final da Educação Básica brasileira. Com duração de três anos, os objetivos desse ciclo são: garantir a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental; possibilitar a permanência dos estudantes, atender às necessidades de formação geral indispensáveis ao exercício da cidadania; construir aprendizagens articuladas às necessidades e interesses dos estudantes; e fornecer subsídios para que possam lidar com os desafios da sociedade contemporânea (BRASIL, 2018).

A partir do ano de 2022, escolas públicas e privadas oficialmente iniciaram a implementação de um Novo Ensino Médio (NEM). A nova estrutura conforme o Ministério da Educação (MEC), define uma organização curricular mais flexível baseada na BNCC, na oferta de itinerários formativos e na proposta do Projeto de vida, com foco nas áreas de conhecimento e na formação técnica e profissional.

A BNCC para o Novo Ensino Médio para a área das “Ciências da Natureza e suas tecnologias”, orienta a articulação entre os campos da Biologia, Física e Química, que devem:

Permitir a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018, p. 547).

A base propõe um aprofundamento nas temáticas *Matéria e Energia*, *Vida e Evolução* e *Terra e Universo* já trabalhadas no EF. Tendo as duas últimas unidades articuladas no eixo *Vida, Terra e Cosmos*. Em *Matéria e Energia*, os conteúdos são diversificados em situações-problema, incluindo aquelas que permitem a aplicação de modelos mais abstratos na busca de explicar e prever os efeitos das interações e relações entre matéria e energia. Na unidade temática *Vida, Terra e Cosmos*, é proposta a análise da complexidade dos processos relativos à: origem e evolução da Vida, do planeta, das estrelas e do Cosmos; diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente; e ao entendimento da dinâmica dessas interações (BRASIL, 2018).

Por meio da integração dos conteúdos previstos nas unidades temáticas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias em articulação com as competências gerais da Educação Básica, são propostas 03 competências específicas para o EM, contendo cada uma delas, habilidades que podem ser desenvolvidas nesta etapa.

Na *Competência I*, são propostas habilidades que envolvem o aprofundamento da unidade temática *Matéria e energia*, com ênfase em suas interações e relações com fenômenos naturais e processos tecnológicos contemporâneos. Dentre as habilidades elencadas na primeira competência para o EM, destacamos no Quadro 1 aquelas que podemos articular com preceitos da ciência Astrobiologia.

Quadro 1: Habilidades que podem ser relacionadas a Astrobiologia identificadas na Competência específica I.

COMPETÊNCIA I
Habilidades
(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais [...].
(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.
(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas [...].
(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos [...].

Fonte: Adaptado de Brasil (2018).

Na primeira competência para o EM, reconhecemos assuntos que integram os conteúdos escolares da Química e da Física, associados a elementos da Biologia. Os temas científicos que estabelecem relações com o estudo da vida no Cosmos identificados nesse eixo, são: transformações e conservação de matéria e energia; processos de transformação e condução de energia; radiações; toxicidade e reatividade de diferentes materiais; ciclos biogeoquímicos; desenvolvimento sustentável, uso consciente de recursos naturais, descartes responsáveis e preservação da vida em todas as suas formas.

A termodinâmica de uma maneira geral, pode ser associada ao entendimento do equilíbrio térmico do nosso planeta e a importância do fluxo energético para a troca de matéria e energia entre os sistemas vivos e o ambiente (UFSM, 2021). Modelos termodinâmicos terrestres, também podem ser utilizados para o entendimento da dinâmica térmica e energética de outros corpos celestes, que possuem potencial de habitabilidade.

As temáticas relacionadas a transformação de energia nuclear (1), magnética (2) e química (3), são importantes para o entendimento do: 1. Processo de produção de energia no sol e em outras estrelas, funcionamento de reatores nucleares para o abastecimento de energia e desenvolvimento de sistemas de propulsão para aeronaves espaciais (sistemas de fissão e fusão); 2. Campo magnético da Terra; 3. Processo de fotossíntese, produção de combustíveis químicos para propulsores de foguetes e naves espaciais, produção de energia para atividades humanas, etc. Os tipos de energia e transformações, também são essenciais para o funcionamento metabólico e ecológico de todos os seres vivos.

As radiações podem ser correlacionadas a seres extremófilos que resistem a alta taxa de propagação eletromagnética, detecção de sinais de vida extraterrestres, exoplanetas e bioassinaturas, ao espectro eletromagnético, estudo dos efeitos biológicos das radiações ionizantes, entre outros conteúdos. Ao explorarmos algumas aplicações das reações nucleares, podemos explicar processos estelares, datações geológicas e a formação da matéria e da vida.

Os ciclos biogeoquímicos que ocorrem na natureza garantem a ciclagem de elementos químicos, importantes para a manutenção dos ecossistemas e conseqüentemente da vida no planeta Terra. Estudar a circulação dos elementos é fundamental para que possamos compreender a dinâmica biogeoquímica da Terra e compará-la com outros corpos astronômicos. Além do mais, podemos conhecer quais emissões químicas estão associadas a atividades de organismos vivos, a fim de identificar possíveis sinais biológicos em outros astros com potencial de habitabilidade.

Por intermédio do estudo dos ciclos da água, do nitrogênio, do carbono e do oxigênio podemos suscitar reflexões a respeito da importância dos compostos e processos envolvidos na dinâmica da vida terrestre. Isso implica, por exemplo, considerar a água como substância essencial para a origem, manutenção e futuro da vida terrestre e onde quer que ela possa existir, pois os parâmetros de habitabilidade são definidos de acordo com a disponibilidade de água líquida na superfície de Planetas e satélites naturais. Ademais, é possível relacionar os ciclos biogeoquímicos ao metabolismo dos seres vivos, ao efeito estufa e às mudanças climáticas.

Analisar a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida, do planeta, das estrelas e do Cosmos, além da dinâmica de suas interações, da diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente, são assuntos acionados na *Competência específica II*. Nela, encontramos conteúdos ligados a unidade temática *Vida, Terra e Cosmos*, que podem ser estreitamente vinculados a região de inquérito da Astrobiologia. Essas habilidades foram organizadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Habilidades relacionadas a Astrobiologia identificadas na segunda competência.

COMPETÊNCIA II

Habilidades
(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas [...].
(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia [...].
(EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais [...].
(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
(EM13CNT208) Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana.
(EM13CNT209) Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida [...].

Fonte: Adaptado de Brasil (2018).

A segunda competência traz conceitos fundamentais da Biologia, Astronomia e Ciências Planetárias. Esses campos integrados, oferecem um terreno fértil de trabalho com assuntos astrobiológicos a partir do entendimento da vida como fenômeno cósmico. Entre esses conteúdos podemos destacar: a origem e evolução da vida, da Terra e do Universo; biodiversidade; níveis de organização dos seres vivos; condições ambientais e fatores limitantes a vida; efeitos de intervenções nos ecossistemas e impactos nos seres vivos; mecanismos de manutenção da vida; ciclos da matéria; transformações e transferências de energia; movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo; interações gravitacionais; preservação e conservação da biodiversidade; efeitos da ação humana e das políticas ambientais; sustentabilidade do planeta; evolução biológica; diversificação e dispersão da vida pelo planeta; interações ecológicas; evolução estelar; origem e distribuição dos elementos químicos no Universo; surgimento de sistemas estelares e planetários, estrutura e composição dos astros; e possibilidade de existência de vida em outros corpos celestes.

Os processos de transformação e evolução que permeiam a natureza ocorrem em diferentes escalas de tempo, desde as moléculas muito pequenas até as estrelas muito grandes. Assim, de acordo com a BNCC, os estudantes do EM têm a oportunidade de refletir sobre a posição da humanidade e do planeta Terra na história do Universo, bem como compreender a evolução histórica dos conceitos científicos e das diferentes interpretações envolvidas no processo de construção dos paradigmas vigentes da ciência (BRASIL, 2018).

A própria astrobiologia, engloba entendimentos diversos sobre a transformação e evolução da vida e do Universo, perpassou altos e baixos em seu desenvolvimento como campo de pesquisa, até se estabelecer como área emergente do conhecimento científico. Atualmente, o estudo da vida como elemento cósmico depende de equipamentos tecnológicos sofisticados e de equipes multidisciplinares de cientistas, que buscam a partir de um programa de pesquisa integrado, compreender cenários extraterrestres com potencial habitável, estudar microrganismos terrestres que sobrevivem a condições extremas muito parecidas com as de outros astros, compreender as condições necessárias para origem da vida, sua manutenção e evolução, detectar biomoléculas, exoplanetas e sistemas estelares parecidos com nosso, entre outros assuntos que envolvem a vida e o Cosmos (GALANTE et al., 2019).

Ainda nas indicações de conteúdos sugeridos pela Competência II, encontramos o uso da alcunha *Exobiologia*, para mobilizar conhecimentos que envolvem a possibilidade de existência de vida extraterrestre. O uso do termo se tornou de certo modo obsoleto, pois a busca por vida fora da Terra necessita estar orientada pelo conhecimento sobre a vida em nosso próprio planeta, “a única que conhecemos e que deve ser utilizada como modelo para entender uma possível vida extraterrestre” (GALANTE, et al. 2019, p. 24).

Reconhecer os limites e potenciais da ciência e seu processo de construção historicamente situado como meio de produção humana, se faz uma tarefa de imensa importância para a construção de saberes sobre a ciência e seu ensino. De acordo com a BNCC (BRASIL, 2018), a pesquisa científica pode realizar previsões sobre os movimentos da Terra no espaço, lançamento e movimento de um satélite, queda de um corpo em nosso planeta, mudanças climáticas a médio e a longo prazo, até mesmo antever o tempo de atividade de uma estrela como nosso Sol.

Essas previsões nos fornecem a ideia de conhecer um pouco o futuro que nos reserva e fornecer elementos para que possamos pensar e refletir sobre o alcance do desenvolvimento tecnocientífico. Do mesmo modo, reconhecer a vida em toda a sua diversidade de formas e níveis de organização, pode permitir aos alunos refletir sobre a importância da natureza e seus recursos, “considerando a imprevisibilidade de fenômenos, as consequências da ação antrópica e os limites das explicações e do próprio conhecimento científico” (BRASIL, 2018, p. 556).

Na Competência III, a BNCC orienta o uso de procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza para análise de situações-problema e de aplicações e implicações do conhecimento científico e tecnológico. Além disso, propõe a discussão de soluções para problemas locais, regionais e globais e a comunicação dos resultados e conclusões a públicos variados (BRASIL, 2018).

Encontramos na terceira competência, habilidades pautadas nos procedimentos investigativos da metodologia científica, nas características do desenvolvimento tecnológico e nos preceitos relacionados a sustentabilidade planetária. Podemos conceber esse eixo como uma perspectiva para o trabalho com todas as Unidades e Habilidades apresentadas na BNCC para a etapa do EM na área das Ciências Naturais. Portanto, a mobilização de conceitos relacionados a astrobiologia pode ser articulados com a maioria das habilidades orientadas pela Competência específica III, como podemos observar no Quadro 3.

Quadro 3 – Habilidades da Competência III para o campo das Ciências Naturais e suas Tecnologias que podem ser relacionadas a assuntos astrobiológicos.**COMPETÊNCIA III****Habilidades**

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção [...].

Fonte: Adaptado de Brasil (2018).

Por meio do desenvolvimento dessa competência específica, de modo articulado às competências e habilidades anteriores, podemos mobilizar conhecimentos e debates pautados em temas da pesquisa em astrobiologia, como: problemáticas e controversas sobre o desenvolvimento de tecnologias espaciais; busca por vida extraterrestre seja ela inteligente ou microscópica; vida em ambientes extremos e análogos a Terra; viagens interestelares; futuro da vida na Terra e onde ela possa existir; exploração humana do espaço; visões sobre a vida extraterrestre; origem da vida; panspermia, etc.

No mundo contemporâneo, somos rodeados de informações facilmente difundidas e acessadas em equipamentos digitais. A seleção de informações com base em conhecimentos científicos confiáveis, é essencial para que professores e alunos possam investigar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana.

As discussões sobre tecnologia e avanço científico que envolvem a Astrobiologia podem gerar debates que extrapolam os limites da ciência, explicitando dilemas éticos e socioculturais. A compreensão desses processos é essencial para a construção de um debate sobre os impactos da tecnologia nas relações humanas e suas implicações éticas, morais, culturais, sociais, políticas e econômicas, além de suscitar discussões a respeito dos seus riscos e benefícios para o desenvolvimento sustentável e a preservação da vida no planeta (BRASIL, 2018).

Em retrospecto, reconhecemos na BNCC para o Ensino Médio, vários conteúdos que, a partir de um olhar abrangente e contextualizado, contemplam os conceitos e conhecimentos científicos que embasam a pesquisa em astrobiologia. Segundo Staley (2003) ao integralizar a Astrobiologia no ensino das ciências, deve-se alterar a perspectiva e o tratamento do assunto a ser trabalhado, a fim de incorporar uma visão mais abrangente dos fenômenos que envolvem a vida e o Universo.

Apesar da presença desses assuntos tão importantes para essa ciência, não identificamos a expressão do termo *Astrobiologia* na extensão do documento, exibindo algumas derivações, como *Exobiologia* e *possibilidade de existência de vida em outros corpos celestes*. Alguns trabalhos anteriores como os de Chefer e Oliveira (2018) e Chefer (2020), já anunciavam a falta de alusões mais diretas ao campo astrobiológico nas orientações curriculares nacionais.

Segundo Rodrigues, Pereira e Mohr (2020), mesmo que tenha ocorrido na BNCC de Ciências Naturais a tentativa incluir objetos de conhecimento ligados às Geociências, Física e Química, esses assuntos estão preconizados de modo fragmentado ao longo das etapas da Educação Básica, além disso, conteúdos pertinentes as áreas de Botânica e Zoologia foram silenciados. Dada a ênfase no desenvolvimento de competências ligadas unidamente a resolução de problemas cotidianos, os mesmos autores ainda afirmam que o documento limita o aprendizado de questões pertinentes a aspectos históricos, filosóficos e sociais da Ciência, assim como impede que o conhecimento seja objeto de experiências e reflexões críticas.

Convém deixar claro que não há consenso quanto ao novo ensino médio, inclusive está em processo de diligência. Não obstante, essa reforma deveria pelo menos em tese, acionar, sobretudo, a participação dos agentes da educação em sua elaboração e efetivação, estar pautada nos interesses educacionais e na formação cidadã, além de permitir o diálogo com os contextos socioculturais dos estudantes.

Ademais, concordamos quando Nilma Gomes declara que:

[...] não se educa “para alguma coisa”, educa-se porque a educação é um direito e, como tal, deve ser garantida de forma igualitária, equânime e justa. O objetivo da educação e das suas políticas não é formar gerações para o mercado, para o vestibular ou, tampouco, atingir os índices internacionais de alfabetização e matematização. O foco central são os sujeitos sociais, entendidos como cidadãos e sujeitos de direitos (GOMES, 2012, p. 688).

No âmbito das políticas estaduais, por meio de adaptações da Base a seus contextos e realidades, as orientações curriculares que estabelecem relações expressas com a astrobiologia, bem como a outros campos do conhecimento, podem se dar de modo diferente. Assim, buscamos analisar a nível de EM, o componente curricular Biologia do Referencial Curricular do Paraná, de modo a identificar conceitos e temáticas escolares que podemos articular a conhecimentos produzidos pelo estudo da vida como elemento cósmico.

4 A temática astrobiológica e o Referencial Curricular para o Novo Ensino Médio do Paraná: adaptações e mobilizações

A reorganização curricular e pedagógica do Novo Ensino Médio (NEM) trouxe desafios e mudanças substanciais para todas as redes de ensino do país. No estado do Paraná não poderia ser diferente, por conseguinte foi organizado com o auxílio de educadores e de outros profissionais da educação, baseados nas competências e habilidades da BNCC e nos pressupostos nacionais para o NEM, o Referencial Curricular para o Novo Ensino Médio do Paraná.

Na área de conhecimento das Ciências da Natureza e suas tecnologias destinada ao Ensino Médio, é buscada a articulação entre a ciência, cultura, trabalho, tecnologia e as dimensões de formação integral humana. De acordo com o referencial, nesta etapa os estudantes são inseridos no universo do letramento científico, do ensino por investigação, da interdisciplinaridade e da contextualização (PARANÁ, 2021). Portanto, propõem-se que os componentes curriculares: Biologia, Física e Química sejam alinhados ao desenvolvimento de competências específicas da área, habilidades e objetos de conhecimento indicados pela BNCC, partindo também dos conteúdos escolares e de outros objetivos de aprendizagem complementares ao contexto paranaense.

Alicerçado nos princípios de interdisciplinaridade e contextualização, o Referencial Curricular para o NEM do Paraná antes de descrever as orientações curriculares propriamente ditas, apresenta algumas sugestões de como podemos relacionar os três componentes curriculares (Biologia, Química e Física) com as competências específicas da área, as habilidades delineadas na BNCC e os objetos de conhecimento de cada componente.

Dentre as sugestões que apresentam potencial para o trabalho com conceitos relacionados ao estudo da vida e do Cosmos, uma delas nos chamou muito a atenção, ao propor como objeto de conhecimento, reconhecer a: “[...] importância de microrganismos extremófilos na *astrobiologia* que dão suporte à vida como a conhecemos, associando-os aos elementos químicos essenciais desde a origem do Universo” (PARANÁ, 2021, p. 399).

Temos desenvolvido um trabalho para identificação de assuntos astrobiológicos em referenciais e diretrizes curriculares brasileiras desde o ano de 2016. Não obstante, foram nos referências estaduais para o NEM que reconhecemos, em nosso percurso de pesquisa, a citação explícita do termo *Astrobiologia* em um documento oficial e norteador para o ensino de Ciências Naturais na Educação Básica.

Na BNCC encontramos o uso da expressão *Exobiologia* para indicar a busca por vida fora da Terra. Como comentamos anteriormente, essa antiga área de pesquisa da NASA é considerada precursora da moderna ciência astrobiológica. Sabemos que as nomenclaturas são dinâmicas e mutáveis, todavia, consideramos que o uso de um termo para expressar determinado campo do conhecimento científico, necessita retratar e representar os componentes e os elementos que o constituem como tal. O uso de uma expressão própria junto a definição do objeto de estudo, contribui para a construção de uma ciência cada vez mais autônoma, no sentido de considerar o corpo conceitual e metodológico válido e expressivo daquela área.

Tudo isso contribui para o entendimento da astrobiologia como uma ciência que parte do entendimento da vida como fenômeno cósmico. Costumamos dizer que tal campo de produção científica se preocupa fundamentalmente em investigar dois objetos de estudo vastos: a vida na Terra e os ambientes extraterrestres análogos. Portanto, a exploração do nosso próprio planeta é fundamental para o entendimento de quaisquer que sejam as formas de vida que podemos encontrar fora de nossa morada planetária.

A sugestão de trabalho interdisciplinar apresentada pelo Referencial para o NEM paranaense como um todo, abrange conteúdos escolares que podemos associar diretamente a assuntos tratados pelo estudo da vida no Universo. Em um primeiro momento, concebemos que os conteúdos escolares sugeridos pelo referencial condizem com os pressupostos do eixo *Vida, Terra e Cosmos* recomendado pela BNCC. As competências específicas, habilidades e objetos de conhecimento foram adaptados a um contexto que podemos considerar muito astrobiológico, uma vez que é apoiado:

Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida (PARANÁ, 2021, p. 399).

No que se refere especificamente aos objetos de conhecimento do componente Biologia, percebemos a orientação do trabalho pedagógico perspectivado na importância dos seres extremófilos para a Astrobiologia. Esses microrganismos refletem a plasticidade da vida nos mais diversificados e inóspitos ambientes (GALANTE et al., 2019), os quais podem servir de modelo para identificação de ambientes similares aos terrestres em outros corpos astronômicos.

No decorrer da leitura dos três componentes curriculares nomeados pelo referencial paranaense (Biologia, Química e Física), reconhecemos diversos conteúdos escolares que podemos relacionar a ciência Astrobiologia. Contudo, identificamos relações substanciais e significativas no componente Biologia.

O componente Biologia no referencial para o NEM paranaense, está ancorado nas Unidades Temáticas *Matéria e Energia*, *Vida e Evolução*, e *Terra e Universo*, considerando o contexto histórico e a preocupação em descrever os seres vivos e os fenômenos naturais, levando o ser humano a diferentes explicações para o fenômeno vida (PARANÁ, 2021). Ao considerar esse encadeamento de ideias, os referenciais estruturam 04 Unidades temáticas, as quais abrangem assuntos escolares relacionados a quatro grandes áreas das Ciências Biológicas: I - Biodiversidade, II - Ecologia, III -Evolução e IV - Genética.

Encontramos nesse componente diversos conteúdos que apresentam potencial de associação com a temática vida no Universo. Assim, selecionamos habilidades, objetos de conhecimento e sugestões de conteúdos escolares que podem ou intrinsecamente estão associados a ciência astrobiologia, como exposto no Quadro 4.

Quadro 5 – Unidades temáticas, habilidades, objetos do conhecimento e sugestões de conteúdo do componente Biologia associadas a assuntos astrobiológicos.

COMPONENTE CURRICULAR BIOLOGIA

Unidades Temáticas	Habilidades da Área de Conhecimento	Objetos de Conhecimento	Sugestões de Conteúdos
Unidade Temática I - Organização dos seres vivos e biodiversidade	(EM13CNT101) Analisar e representar [...] as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos [...] que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas. (EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação [...].	Características dos seres vivos e níveis de organização	- Célula; - Metabolismo energético (respiração, fermentação, fotossíntese e quimiossíntese); - Interações biológicas.
	(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes [...].	Classificação geral dos seres vivos	- Taxonomia e sistemática; - Domínios: Bacteria, Archaea e Eukarya; - Biodiversidade.
Unidade Temática II - Ecologia	(EM13CNT208) Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana.	Interdependência da vida	- Interações com o meio ambiente; - Cadeias e teias alimentares; - Relações e sucessões ecológicas.
	(EM13CNT101) Analisar e representar [...] as transformações e conservação em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões [...] que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas. (EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.	Movimentos dos materiais e da energia na natureza	- Transferência de matéria e de energia; - Metabolismo Energético; - Fluxo de energia nos ecossistemas; - Ciclos biogeoquímicos; - Efeito estufa, camada de ozônio e chuva ácida.

	<p>(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia [...].</p> <p>(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Impacto ambiental e o desenvolvimento sustentável - Políticas públicas em meio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> - Fluxo de matéria e de energia nos ecossistemas; - Desequilíbrio em sistemas vivos; - Interferência antrópica nos ecossistemas; - Problemas ambientais mundiais e políticas ambientais para a sustentabilidade.
<p>Unidade temática III – Origem e Evolução da Vida.</p>	<p>(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo, com as teorias científicas aceitas atualmente.</p> <p>(EM13CNT209) Analisar a evolução estelar, associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas estelares e planetários, suas estruturas e composição e as possibilidades de existência de vida.</p>	<p>Teorias e modelos sobre a origem da vida e a vida primitiva.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Origem da vida; - História da vida na Terra; - Teoria celular e endossimbiose; - Bioquímica e interações moleculares; - <i>Astrobiologia</i>;
	<p>(EM13CNT208) Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ideias evolucionistas e evolução biológica - Origem do ser humano e evolução cultural 	<ul style="list-style-type: none"> - Teorias evolutivas e suas evidências; - Teoria sintética: variabilidade genética e seleção natural; - Genética de Populações e formação de novas espécies; - Origem da humanidade; - Métodos de estudos e evolução humana; - Interação do Homem com a natureza;
<p>Unidade Temática IV - Genética</p>	<p>(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fundamentos da hereditariedade e Diversidade Genética 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrutura do DNA; - Conceitos básicos de Genética; - Síntese Proteica – dogma central da Biologia; - Variabilidade genética. - Genética e o Ciclo Celular.

	(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.	Ideias evolucionistas e evolução biológica	- Efeitos biológicos das radiações ionizantes; - Mutações genéticas.
	(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza [...] com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.	Aplicações da engenharia genética	- Biotecnologia; - Mapeamento genético.

Fonte: Adaptado de Paraná (2021).

Ao analisarmos o Quadro 4, podemos inferir que em todas as quatro unidades temáticas do Componente Biologia encontramos habilidades e sugestões de conteúdos que podemos mobilizar a partir da perspectiva astrobiológica. Entre esses conteúdos curriculares destacamos: conceito de célula; metabolismo energético; interações biológicas; domínios: *Bacteria*, *Archaea* e *Eukarya*; biodiversidade; relações e sucessões ecológicas, transferência de matéria e energia; fluxo de energia nos ecossistemas; ciclos biogeoquímicos; efeito estufa, camada de ozônio e chuva ácida; desequilíbrio em sistemas vivos; interferência antrópica nos ecossistemas; problemas e políticas ambientais para a sustentabilidade; evolução biológica; origem e evolução da humanidade; Genética; efeitos biológicos das radiações; mutações genéticas; e biotecnologia.

Para além dos assuntos citados, o que nos salta aos olhos ao percorrer as orientações curriculares expostas nas unidades temáticas do componente Biologia, sem dúvidas incide na sugestão da Astrobiologia como conteúdo escolar na Unidade Temática III: Origem e Evolução da vida. Nesta unidade, as Habilidades da Área de Conhecimento sugerem a análise e discussão de modelos, teorias e leis para comparar distintas explicações sobre a origem e evolução da vida, do planeta Terra e do Universo, propor a análise da evolução estelar, origem e distribuição dos elementos químicos e de sistemas estelares e planetários no Universo, avaliar sua estrutura e composição, além de impreterivelmente ponderar sobre as possibilidades de existência de vida nesses corpos celestes.

Destarte, notamos um *continuum* de conteúdos escolares que fazem parte do aporte conceitual da ciência astrobiológica na terceira Unidade temática: *Origem e Evolução da Vida*, os quais incitam o trabalho pedagógico com: teorias e modelos sobre a origem da vida e a vida primitiva; história da vida na Terra; teoria celular e endossimbiose; bioquímica e interações moleculares; estudo da vida no contexto cósmico; e teorias evolutivas e suas evidências.

Apoiado nos assuntos escolares com potencial astrobiológico, o referencial curricular propõe o desenvolvimento de habilidades que objetivam analisar e discutir modelos, teorias e

leis sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo, analisar a evolução estelar, a origem e distribuição dos elementos químicos no Universo e reconhecer as condições necessárias para o surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida nesses locais (PARANÁ, 2021).

Partindo deste contexto, os objetos de conhecimento, os objetivos de aprendizagem e os conteúdos citados, representam marcos conceituais da inserção da astrobiologia no currículo paranaense para o EM, de modo a destacar os aspectos essenciais sobre a vida, o planeta em que vivemos e o Universo. Vale dizer também que, tanto os assuntos que podem ser relacionados a pesquisa em astrobiologia, quanto outros conteúdos escolares sugeridos nos documentos oficiais, devem ser trabalhados por meio dos conhecimentos científicos referenciados na prática didática. Neste momento, o planejamento docente precisa ser revisto e adaptado para que a ação pedagógica se enquadre nas Unidades Temáticas e na utilização dos Objetos de Conhecimento indicados pelo referencial paranaense.

5 Considerações finais

Ao buscarmos identificar conteúdos astrobiológicos nos aportes curriculares oficiais, percebemos que tanto no currículo de Ciências do Ensino Médio proposto pela BNCC, quanto nos referenciais Curriculares do Paraná, são postos vários conteúdos que, a partir de um olhar abrangente e circunstanciado, contemplam os conceitos e conhecimentos científicos que embasam a pesquisa astrobiológica. Além disso, nas orientações paranaenses para o NEM contemplamos a indicação da Astrobiologia como conteúdo escolar por intermédio da integração dos componentes curriculares e em especial, na Unidade Temática III sinalizada no componente Biologia.

O currículo brasileiro é orientado pelos documentos nacionais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), perpetuado pelos referenciais estaduais e pela organização curricular escolar, sendo efetivado nas mãos de professores por meio da seleção de conteúdos e planejamento de aulas. Portanto, as diretrizes curriculares e os conteúdos escolares, perpassam diversos caminhos até atingirem o processo de mediação e construção de conhecimentos em sala de aula. Neste contexto, embora as políticas públicas educacionais apresentem conteúdos e conceitos relacionados à Astrobiologia em seus documentos oficiais, tudo isso só será efetivado se professores e professoras mobilizarem esses conhecimentos em sua prática pedagógica cotidiana.

Temos evoluído e ainda temos muito a progredir para inserir a astrobiologia como conteúdo a nível curricular em todas as instâncias de ensino nacionais, em especial no EM. Certamente uma das ações a serem tomadas, perpassa a formação inicial e continuada de professores que ensinam ciências e Biologia. Para isso, se faz importante desenvolver cursos de formação com foco na temática astrobiológica e em seu potencial de ensino, bem como construir e divulgar materiais didáticos apropriados, que possam constituir-se como ferramentas

e recursos de apoio para a construção de sequências de ensino e atividades que envolvam a mobilização desses temas em sala de aula.

Referências

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

BRITO, Gleide Miriam Falcão. **Ensino de biologia na perspectiva da astrobiologia: origem e evolução da vida no planeta terra**. 2021. 115 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Astronomia) - Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2021.

CARRAPIÇO, Francisco; LOURENÇO, Ana; FERNANDES, Luísa; RODRIGUES, Telma. A journey to the origins. The astrobiology paradigm in education. In: **Proceedings of SPIE**, "Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology IV", San Diego, 2001.

CHEFER, Claudiane. **Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil: cosmovisões de pesquisadores e professores da área**. 2020. 264 f. (Mestrado em Ensino). Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020.

CHEFER, Claudiane; OLIVEIRA, André Luís de. Astrobiologia: concepções de licenciandos do curso de Ciências Biológicas e a identificação de conceitos no currículo do curso e em livros didáticos de Ciências. **Interfaces da Educação**, vol. 9, 2018.

DEMO, Pedro. **Educação e alfabetização científica**. Campinas, SP: Papirus, 2010.

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

GOLÇALVES, Amanda Hellen Sales; MEDEIROS, Ranlig Carvalho de; MEDEIROS, Liliani Aparecida Sereno Fontes de. Contribuições da Astrobiologia para o ensino de Biologia: potencialidades e aplicações curriculares. **Revista Educação Pública**, v. 21, nº 17, 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/17/contribuicoes-da-astrobiologia-para-o-ensino-de-biologia-potencialidades-e-aplicacoes-curriculares>. Acesso em: 23 de jan. 2023.

GOMES, Nilma Lino. Apresentação. Desigualdades e diversidade na educação. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 33, n. 120, p. 687-693, 2012. Disponível em: <http://www.cedes.unicamp.br>. Acesso em: 23 de jan. 2023.

KRASILCHIK, Miriam. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

KRIPKA, Rosana; SCHELLER, Morgana; BONOTTO, Danusa Lara. Pesquisa documental: considerações sobre conceitos e características na Pesquisa Qualitativa. **Investigação qualitativa na saúde**, v. 2, 2015. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2015/article/view/252>. Acesso em: 23 de jan. 2023.

LIMA, Caio Cesar Silva; SANTOS, Marcelo Soares dos. Astrobiologia como eixo integrador do Ensino de Ciências e Biologia: como extraterrestres podem nos auxiliar no estudo da vida na Terra. In: **Anais do Congresso Nordestino de Biólogos**, vol. 6, Congrebio, 2016.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, EPU, 2013

MIX, Lucas J., et al. The astrobiology primer: an outline of general knowledge. **Astrobiology**, n. 6, p.735-813, 2006.

MELLO, Gustavo Porto. Planetas habitáveis: onde estão os lugares no Universo adequados ao nosso ou outros tipos de vida? In: GALANTE; Douglas et al. **Astrobiologia: uma ciência emergente**. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Livraria da Física, 2019.

PARANÁ. Secretaria de Educação e do Esporte do Estado do Paraná. **Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná**. Paraná: SEED/PR, 2021.

QUILLFELDT, Jorge Alberto. Astrobiologia: água e vida no Sistema Solar e além. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 27, n. Especial, 2010.

QUILLFELDT, Jorge Alberto. O SETI e o tamanho do palheiro... Otimismo e pessimismo na busca de nosso alter ego extraterrestre. In: GALANTE; Douglas et al. **Astrobiologia: uma ciência emergente**. Núcleo de Pesquisa em Astrobiologia. São Paulo: Livraria da Física, 2019.

RODRIGUES, Larissa Zancan; PEREIRA, Beatriz; MOHR, Adriana. O documento “Proposta para Base Nacional Comum da Formação de Professores da Educação Básica” (BNCFP): dez razões para temer e contestar a BNCFP. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 20, n. u, p. 1-39, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/16205>. Acesso em: 23 de jan. 2023.

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

UFSM, Universidade Federal de Santa Maria. **Leis da termodinâmica**. Sugestões de conteúdos de Física. Grupo de Ensino de Física da UFSM, 2021.

Recebido em janeiro de 2023.
Aprovado em setembro de 2023.

Revisão gramatical realizada por: André Luís de Oliveira
E-mail: aloprof@gmail.com