

Revista
Educar Mais

(Re)definindo o conceito de vida no ensino fundamental por meio da astrobiologia

(Re)defining the concept of life in elementary education through astrobiology

(Re)definiendo el concepto de vida en la educación primaria a través de la astrobiología

Stefânia Graces Mignone¹  • Carlos Maximiliano Dutra² 

RESUMO

Este trabalho buscou analisar como estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental (re)definem o conceito de vida, a partir da análise de uma aula de uma sequência didática baseada na astrobiologia. A aula foi planejada como estratégia de mediação para favorecer a problematização do conceito de vida e estimular processos de reconstrução conceitual. A pesquisa, de natureza qualitativa e delineamento pré-experimental com grupo único, ocorreu em uma escola pública do RS com 21 estudantes. Os dados foram obtidos por pré e pós-testes, mapas mentais coletivos e diário de campo, sendo analisados por Análise de Conteúdo. A atividade central consistiu na classificação e justificativa de entidades-limite (vírus, robô com IA, fogo, embrião) como vivas ou não vivas. Inicialmente, prevaleceram critérios intuitivos e antropocêntricos, com dificuldade no uso de referenciais científicos. Após a intervenção, houve maior mobilização de critérios biológicos formais, embora persistissem obstáculos como a dicotomia natural/artificial. Os achados reforçam o potencial da astrobiologia como contexto para desafiar concepções intuitivas e favorecer a construção de critérios científicos no ensino de Ciências.

Palavras-chave: Ensino de ciências; Concepções alternativas; Critérios biológicos de vida; Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

This study aimed to analyze how 9th-grade students redefine the concept of life based on the analysis of a lesson from a didactic sequence grounded in astrobiology. The lesson was designed as a mediation strategy to promote the problematization of the concept of life and to stimulate processes of conceptual reconstruction. The research, of a qualitative nature and with a pre-experimental single-group design, was conducted in a public school in Rio Grande do Sul with 21 students. Data were collected through pre- and post-tests, collective mind maps, and the teacher-researcher's field diary, and analyzed using Content Analysis. The central activity involved the classification and justification of borderline entities (virus, AI robot, fire, embryo) as living or non-living. Initially, intuitive and anthropocentric criteria prevailed, with difficulties in using scientific references. After the intervention, there was greater use of formal biological criteria, although epistemological obstacles such as the natural/artificial dichotomy persisted. The findings reinforce the potential of astrobiology as a context to challenge intuitive conceptions and foster the construction of scientific criteria in science education.

Keywords: Science education; Alternative conceptions; Biological criteria for life; Meaningful learning.

¹ Licenciada em Ciências da Natureza e Mestra em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Química da Vida e Saúde (PPGECi) da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Uruguai/RS – Brasil. E-mail: stefaniamignone.aluno@unipampa.edu.br

² Graduado e Mestre em Física e Doutor em Ciências. Professor Associado da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Uruguai/RS – Brasil. E-mail: carlosdutra@unipampa.edu.br

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo analizar cómo estudiantes de 9º grado de la Educación Fundamental (re)definen el concepto de vida a partir del análisis de una clase de una secuencia didáctica basada en la astrobiología. La clase fue diseñada como una estrategia de mediación para favorecer la problematización del concepto de vida y estimular procesos de reconstrucción conceptual. La investigación, de naturaleza cualitativa y con diseño preexperimental de grupo único, se llevó a cabo en una escuela pública de Rio Grande do Sul con 21 estudiantes. Los datos se obtuvieron mediante pre y postest, mapas mentales colectivos y el diario de campo de la profesora-investigadora, y fueron analizados mediante Análisis de Contenido. La actividad central consistió en la clasificación y justificación de entidades límite (virus, robot con IA, fuego, embrión) como vivas o no vivas. Inicialmente, predominaron criterios intuitivos y antropocéntricos, con dificultades en el uso de referentes científicos. Tras la intervención, se observó una mayor movilización de criterios biológicos formales, aunque persistieron obstáculos epistemológicos como la dicotomía natural/artificial. Los hallazgos refuerzan el potencial de la astrobiología como contexto para cuestionar concepciones intuitivas y favorecer la construcción de criterios científicos en la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave: Enseñanza de ciencias; Concepciones alternativas; Criterios biológicos de vida; Aprendizaje significativo.

1. INTRODUÇÃO

A pergunta “estamos sozinhos no Universo?” é uma das mais antigas da história humana e, paradoxalmente, uma das mais atuais. Ainda que envolva dimensões filosóficas e existenciais, a busca por vida fora da Terra configura-se hoje como uma hipótese verificável e, portanto, passível de investigação científica (Spinardi, 2017). Atualmente, o campo que concentra esforços sistemáticos para responder a essas questões é a astrobiologia: campo de pesquisa que investiga as condições para a origem, evolução, distribuição e futuro da vida no cosmos (Rosa et al., 2020). Com base no conhecimento acumulado sobre a vida terrestre, a astrobiologia busca identificar possíveis formas de vida em outros planetas, integrando conhecimentos da biologia, química, física e astronomia (Paulino-Lima; Lage, 2010).

Além disso, seu caráter interdisciplinar e a relação com temas de fronteira ampliam seu potencial no ensino de Ciências, especialmente por favorecer a motivação e a articulação de saberes, movimento intensificado pelo avanço das missões espaciais e pela descoberta de exoplanetas (Friaça e Pacheco, 2014; Peixoto, 2018; Spinardi, 2017). Contudo, emerge um problema epistemológico central: não existe consenso científico definitivo sobre o que de fato constitui a “vida”. Essa indeterminação conceitual torna-se ainda mais relevante diante da necessidade de se prever e reconhecer formas biológicas potencialmente distintas das terrestres.

Definições operacionais, a exemplo da célebre formulação adotada pela NASA, que conceitua a vida como “um sistema químico autossustentável capaz de evolução darwiniana” (Joyce, 1994), são úteis, mas limitadas, sobretudo diante de entidades-limite e possíveis formas de vida extraterrestres (Cleland e Chyba, 2002). Assim, a ausência de uma definição universalmente aceita deixa de ser um entrave para se converter em uma rica oportunidade pedagógica.

Ao transpor essa indefinição para o ecossistema da sala de aula, viabiliza-se a mobilização de diferentes formas de pensamento. Diante da tarefa de definir “vida” sem o amparo de respostas prontas, os estudantes são compelidos a explicitar critérios, justificar escolhas e enfrentar conflitos conceituais, promovendo a negociação de significados, como destacam Mortimer e Scott (2002):

[...] o processo de aprendizagem não é visto como a substituição das velhas concepções, que o indivíduo já possui antes do processo de ensino, pelos novos conceitos científicos, mas como a negociação de novos significados num espaço comunicativo no qual há o encontro entre diferentes perspectivas culturais, num processo de crescimento mútuo (p. 284).

Em vez de buscar respostas fechadas, a exploração do conceito de vida pode instigar o pensamento crítico e a reflexão, levando os estudantes a examinar e revisar suas próprias concepções. Além disso, ao confrontarem situações-limite (como a discussão sobre vírus, robôs ou vida extraterrestre), os alunos podem exercitar habilidades cognitivas como classificação, comparação, argumentação e revisão de critérios, em um contexto genuinamente interdisciplinar.

Essa perspectiva ganha urgência no cenário educacional contemporâneo, crescentemente tomado pela onipresença de tecnologias de resposta automatizada e inteligências artificiais gerativas. Diante de ferramentas capazes de simular resoluções imediatas para problemas, o papel da escola desloca-se para a mobilização de saberes não algorítmicos. Ao desafiar os estudantes com problemas abertos e que não dependam de uma resposta única, fomenta-se o desenvolvimento de habilidades que vão além da mera reprodução de fatos. Afinal, a educação deve preparar os sujeitos para navegar na incerteza, pois o conhecimento vivo não se reduz à acumulação de certezas, mas à capacidade de pensar criticamente diante do que é complexo, ambíguo e provisório (Morin, 2002).

Apesar disso, o tema ainda é pouco explorado na prática escolar. Estudos indicam que o conceito de vida raramente é abordado sob uma perspectiva epistemológica crítica (Corrêa et al., 2008), sendo frequentemente reduzido a aspectos físico-químicos, tendência que reverbera inclusive em parte das pesquisas em astrobiologia (Peixoto, 2017; Spinardi, 2017). Além disso, a ausência de discussões sobre o conceito de vida desconsidera as ideias prévias que os estudantes já possuem, oriundas do cotidiano, da mídia, da religião ou de crenças espontâneas, e que influenciam profundamente suas interpretações sobre o mundo natural. Ignorar esse repertório significa desperdiçar a oportunidade de gerar conflitos cognitivos produtivos, os quais poderiam favorecer aprendizagens significativas ao tomar a exploração do conceito de vida como eixo gerador de reflexão conceitual (Posner et al., 1982).

Diante desse cenário, este estudo delinea a seguinte pergunta norteadora: De que maneira a problematização da indeterminação epistemológica do conceito de vida, como recorte didático fundamentado na astrobiologia, pode suscitar indícios de deslocamentos conceituais em estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental?

Parte-se, portanto, da hipótese de que a problematização do conceito de vida, no contexto da astrobiologia, pode desencadear conflitos produtivos entre concepções espontâneas e científicas em estudantes do 9º ano. Este estudo busca investigar se e como esses conflitos emergem a partir da análise qualitativa de respostas escritas antes e depois de uma aula focalizada na problematização do que é vida, propondo que a indeterminação conceitual seja tratada como recurso didático para promover deslocamentos conceituais no ensino de Ciências.

2. O CONCEITO DE VIDA COMO OBJETO EPISTEMOLÓGICO COMPLEXO

Embora a pergunta “o que é vida?” pareça simples, ela é um dos maiores desafios da ciência moderna. Respostas com maior rigor científico só começaram a ganhar força a partir do século XIX (Ferraro, 2009). Apesar de estarmos acostumados com os seres vivos da Terra, definir a vida de forma geral

e que sirva para todos os casos ainda é um problema. Por isso, não existe um consenso entre os cientistas, e os critérios usados mudam de acordo com a área da ciência e o objetivo de cada pesquisa (Ferraro, 2009).

Na astrobiologia, essa indeterminação torna-se ainda mais evidente: como buscar vida em outros planetas quando nem mesmo sabemos, de forma consensual, o que define um ser vivo? A definição operacional da NASA "sistema químico autossustentável capaz de evolução darwiniana" (Joyce, 1994) é útil para investigações empíricas, mas envolve pressupostos nem sempre aceitos, como a centralidade da base química e da seleção natural. Cleland e Chyba (2002) alertam para o risco de criarmos definições baseadas apenas no ponto de vista humano, já que todo o nosso conhecimento vem de um único modelo: a vida na Terra baseada em carbono.

Na literatura científica, existem várias visões que tentam resolver esse impasse. Algumas preferem critérios químicos, exigindo a presença de carbono e água líquida. Outras focam no funcionamento do organismo, como a capacidade de se organizar, se reproduzir e manter o próprio corpo funcionando.

Autores clássicos ajudam a entender que a vida vai além dessas listas fechadas de características. Schrödinger (1944), por exemplo, mostrou que os sistemas vivos conseguem criar e manter uma ordem interna contra a desordem natural do universo, um processo que ele chamou de se alimentar de "entropia negativa". Já Monod (1977) explicou que a vida funciona no equilíbrio entre o acaso (as mutações e variações que acontecem do nada) e a necessidade (as leis da sobrevivência). Juntas, essas visões mostram que a vida é um processo dinâmico e complexo, o que torna as definições prontas dos livros didáticos muito limitadas diante de casos complicados (como os vírus) ou de possibilidades fora da Terra. Há ainda abordagens filosóficas que questionam se é possível ou mesmo desejável formular uma definição única e definitiva de vida (Cleland e Chyba, 2002). Em diálogo com essas formulações, Cleland e Chyba (2002) defendem que qualquer definição atual corre o risco de ser prematura e antropocêntrica.

Nos livros didáticos de biologia, prevalecem definições operatórias — metabolismo, organização celular, reprodução e resposta a estímulos — que são úteis para ensino e classificação, mas limitadas diante de entidades-limite e de possibilidades astrobiológicas. Em pesquisas recentes sobre o Ensino de Ciências, autores como Santos e Galante (2021) apontam que continuar ensinando o conceito de vida de forma tão rígida impede que os alunos compreendam a ciência como algo em construção. Por isso, Margulis e Sagan (2002) propõem que a vida não seja vista como uma coisa isolada, mas sim como um processo contínuo de transformação e organização que está sempre mudando.

Na interseção entre biologia, filosofia e educação, alguns autores têm defendido que o conceito de vida não deve ser encarado como um enunciado fixo ou universal, mas como um campo semântico em disputa, atravessado por pressupostos ontológicos e epistemológicos. Margulis e Sagan (2002), por exemplo, propõem compreender a vida não como uma substância ou estrutura isolável, mas como um processo contínuo de organização, autorregulação e transformação. Nesse sentido, a própria busca por vida extraterrestre desafia os cientistas a revisar seus referenciais, provocando deslocamentos conceituais análogos aos que se deseja suscitar em práticas pedagógicas voltadas à mudança conceitual.

Do ponto de vista educativo, a polissemia do conceito de vida exige atenção, pois estudantes mobilizam critérios estruturais, funcionais, subjetivos e espirituais, que podem coexistir e conflitar entre si (Silva, 2006). Como discutem Muscardi, Arnholz (p. 15, 2025):

[...] fica evidente que as concepções que eles [os alunos] trazem para a escola são fundamentais para construção de significados. No processo educativo, elas progressivamente serão evoluídas, substituídas ou transformadas. A sistematização do ensino favorecida na prática do ensino por investigação leva o estudante a ampliar os conhecimentos prévios adquiridos a partir do senso comum desenvolvendo formas de pensar que se estendem para outras áreas, extrapolando a sala de aula.

Desse modo, o ensino não deve buscar uma simples substituição de ideias, mas favorecer reorganizações conceituais progressivas e contextualizadas (Mortimer e Scott, 2002). Essa reorganização depende muito da mediação do professor e das interações na sala de aula.

Como bem aponta Vigotski (2009) em seus estudos sobre o desenvolvimento cultural da criança, o pensamento científico não nasce pronto; ele se desenvolve a partir do momento em que as ideias espontâneas trazidas do cotidiano entram em conflito e dialogam com os conceitos sistematizados na escola. É nessa zona de troca e de questionamento que o estudante amplia sua capacidade de raciocínio.

Portanto, discutir o que é vida usando a astrobiologia é uma excelente chance para estimular o pensamento crítico, quebrar certezas e mostrar que a ciência avança por meio de debates. Perguntas simples, como “um ser que respira, mas não se mexe, está vivo?”, obrigam o estudante a mexer na sua rede de significados, deixando de olhar só para a aparência e focando nos processos. Esse movimento ajuda a abrir a mente dos alunos, desconstruindo visões limitadas e paradas no tempo (Byrne et al., 2009; Monaco et al., 2018).

3. CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS, OBSTÁCULOS E CONFLITOS CONCEITUAIS

A questão sobre o que é a vida não desafia apenas os cientistas, mas também os estudantes, que chegam à escola trazendo interpretações próprias sobre o mundo vivo. Essas ideias prévias, formadas a partir de experiências do dia a dia, da mídia e de crenças culturais ou religiosas, não são erros ou falta de conhecimento, mas formas legítimas de dar sentido ao mundo. Como afirma Ausubel (2003), o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Assim, o ensino deve partir do reconhecimento dessas ideias, que funcionam como uma âncora para os novos conteúdos.

No entanto, quando essas ideias cotidianas entram em conflito com os conceitos científicos, elas podem virar barreiras para o aprendizado. Bachelard (1996) chamou de obstáculo epistemológico essas resistências internas que dificultam a construção de novos saberes. Na biologia, afirmações como “todo ser vivo precisa respirar”, “a vida tem que se mover” ou “plantas não sentem nada” expressam a tendência de usar o ser humano ou os animais mais familiares como modelo universal de vida (Corrêa et al., 2008), revelando um viés antropocêntrico e antropomórfico que limita a compreensão dos fenômenos biológicos e astrobiológicos (Epley, 2018).

Superar essas ideias exige mais do que apresentar definições: requer reorganizar significados. Nesse processo de transição, Vigotski (2009) destaca o papel da linguagem como o principal instrumento de mediação que ajuda a estruturar o pensamento e a internalizar os conceitos científicos. Ao justificar

por que uma entidade é ou não viva, os estudantes colocam suas visões para fora, abrindo espaço para a intervenção do professor. Atividades que envolvem a argumentação forçam os critérios espontâneos dos alunos a dialogarem com referenciais científicos (como metabolismo, organização celular e reprodução) que dificilmente surgiriam de forma intuitiva.

Esse processo de reconstrução conceitual é, em essência, conflitivo. A clássica teoria da mudança conceitual, proposta por Posner et al. (1982), aponta que para haver uma aprendizagem significativa o estudante precisa reconhecer os limites das suas próprias explicações e perceber que o modelo científico trazido pela escola é mais plausível e útil para explicar a realidade. É importante destacar, contudo, em consonância com as críticas recentes ao modelo de Posner, que esse movimento não acontece como uma troca imediata ou apagamento do que o aluno já sabia. Trata-se, na verdade, de um processo gradual de ampliação do perfil conceitual do estudante (Silva, 2006), onde o confronto entre as ideias do senso comum e as científicas atua como um motor para o avanço do pensamento.

No caso do conceito de vida, os estudantes frequentemente recorrem a critérios intuitivos, como movimento ou aparência “natural”, que se mostram insuficientes diante de situações-limite, como extremófilos ou possíveis formas de vida não baseadas em carbono (Corrêa et al., 2008). Ao propor a classificação de entidades ambíguas — vírus, robôs, fogo —, o ensino produz zonas de desconforto cognitivo, levando os alunos a revisarem suas definições e critérios de modo mais abstrato e sistemático.

Desse modo, o ensino deixa de ser uma imposição de conteúdos e passa a ser uma negociação de significados (Mortimer e Scott, 2002). Gil-Pérez et al. (2001) acrescentam que a persistência das concepções alternativas não é um erro individual do aluno, mas uma consequência natural da distância que existe entre o conhecimento científico e as experiências práticas do cotidiano. O caminho, portanto, não é ignorar essas ideias prévias, mas colocá-las em diálogo com os modelos da ciência.

Nesse contexto, a astrobiologia se mostra um campo muito rico para o ensino, pois sua natureza aberta favorece o debate. Como propõe Silva (2006), o conceito de vida no pensamento dos estudantes é marcado pela coexistência de vários sentidos — biológicos, funcionais e até místicos. O desafio pedagógico não é eliminar as visões cotidianas ou religiosas dos alunos, mas compreender suas raízes e criar situações que permitam deslocamentos em direção a modelos científicos mais bem fundamentados.

Neste estudo, a análise das justificativas escritas pelos alunos busca justamente compreender como eles pensam e reorganizam seus critérios diante desses desafios. É na tensão entre o familiar e o científico que reside o verdadeiro papel do ensino de ciências: desafiar o estudante a ampliar seus horizontes, estimulando um pensamento mais crítico, flexível e aberto diante da complexidade do mundo.

4. METODOLOGIA

O presente estudo, foi desenvolvido no âmbito de uma dissertação de mestrado, e adotou uma abordagem qualitativa e interpretativa (Lüdke; André, 2013), buscando compreender o processo de aprendizagem e os significados construídos pelos estudantes ao longo da intervenção. Considerando os objetivos da investigação, optou-se pelo delineamento de um estudo de caso de caráter

exploratório-interpretativo (Lüdke; André, 2013), com grupo único e aplicação de instrumentos diagnósticos antes e depois da intervenção. Esse desenho metodológico permitiu acompanhar de perto as sutilezas e os deslocamentos conceituais dos alunos a partir das atividades propostas, sem pretensões de generalização estatística ou inferência causal linear, mas focando na riqueza e no aprofundamento das respostas obtidas.

A intervenção consistiu na aplicação de uma Sequência Didática (SD) composta por oito aulas, elaborada segundo a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2009). Essa estrutura metodológica favoreceu a construção progressiva dos conceitos e o diálogo entre os saberes prévios dos alunos e os conteúdos científicos.

Toda a sequência foi organizada em torno da pergunta-problema: "Como os cientistas buscam por vida fora da Terra?", a qual serviu de eixo integrador das discussões e atividades. Os conteúdos foram abordados de maneira interdisciplinar, articulando noções de biologia, química e astronomia, de modo a refletir a natureza integradora da própria astrobiologia. O objetivo não foi ensinar astrobiologia como conteúdo específico, mas utilizá-la como contexto mobilizador para o ensino de Ciências, em consonância com a BNCC. Buscou-se, assim, promover a problematização de conceitos fundamentais, como o de vida, e estimular o pensamento crítico dos estudantes.

A presente análise concentra-se na segunda aula da SD, dedicada inteiramente à discussão do conceito de vida. Essa escolha deve-se ao papel estratégico dessa etapa, que introduz a desestabilização das fronteiras conceituais do termo vida, servindo de ponto de partida para o desenvolvimento de toda a proposta. A intervenção foi realizada em uma escola pública da rede estadual de ensino, localizada na cidade de Uruguai-RS. Participaram do estudo 21 estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, selecionados a partir de critérios de assiduidade e engajamento: presença mínima de 75% nas aulas e realização de todas as atividades escritas propostas para este recorte. As aulas ocorreram no primeiro semestre de 2025, em encontros semanais compostos por dois períodos consecutivos de 40 minutos.

Na aula 2, o eixo norteador foi a questão: "Vamos procurar vida fora da Terra, mas afinal, o que é vida?". A atividade inicial consistiu em um instrumento escrito de pré-teste diagnóstico. Nele, os estudantes foram desafiados a classificar quatro entidades distintas — vírus, bactéria, fogo e um robô dotado de inteligência artificial — como vivas ou não vivas, justificando detalhadamente suas escolhas por escrito. Em seguida, uma questão fechada solicitava a seleção dos critérios que eles consideravam essenciais para definir a vida (como movimento, crescimento e presença de células), abrindo espaço para que incluíssem outros termos de forma espontânea.

Posteriormente, os estudantes contribuíram coletivamente com palavras que associavam ao termo "vida", as quais foram registradas na lousa pela professora-pesquisadora para a construção de um mapa mental coletivo. Esse momento coletivo serviu de base para questionamentos problematizadores orientados pela docente (como, por exemplo: "Uma planta não sai do lugar, então por que a consideramos viva?"), estimulando os estudantes a revisarem critérios baseados puramente na aparência ou no movimento, conceitos que frequentemente alimentam o antropocentrismo e o antropomorfismo na interpretação de outros organismos.

Na etapa seguinte, respondendo às dúvidas que surgiram no mapa mental, foi realizada uma aula expositiva-dialogada com apoio de projeção de slides. Foram apresentados os principais critérios científicos comumente utilizados para caracterizar os seres vivos: metabolismo, organização celular,

informação genética, reprodução, homeostase, crescimento e resposta a estímulos. Cada critério foi ilustrado por exemplos concretos e tensionado a partir de entidades-limite, como vírus e príons, evidenciando que a ciência possui fronteiras cinzentas. Ao final da aula, aplicou-se um instrumento escrito de pós-teste, estruturado de forma semelhante ao inicial, porém acrescido de duas novas entidades — um embrião e uma célula vegetal —, totalizando seis itens a serem classificados e justificados pelos participantes.

A análise do material empírico seguiu os princípios da Análise de Conteúdo (Bardin, 1977), por meio da construção indutiva de categorias analíticas após leituras flutuantes e recorrentes das respostas dos alunos. Buscou-se identificar os padrões argumentativos e os critérios mobilizados, verificando em que medida as justificativas abandonavam o caráter intuitivo e antropocêntrico em direção a explicações de natureza científica ou funcional. O processo de categorização ocorreu em ciclos sucessivos de leitura, discussão e refinamento conduzidos pela autora em diálogo com o orientador, assegurando o rigor interpretativo e a fidelidade às respostas escritas.

Além dos registros escritos dos alunos, a pesquisadora utilizou um diário de campo para anotar falas espontâneas ocorridas durante as discussões na lousa, reações dos estudantes diante das problematizações e percepções gerais sobre o andamento da dinâmica pedagógica. Esses registros funcionaram como fonte complementar de dados, permitindo contextualizar a análise textual e compreender melhor a atmosfera interativa da sala de aula.

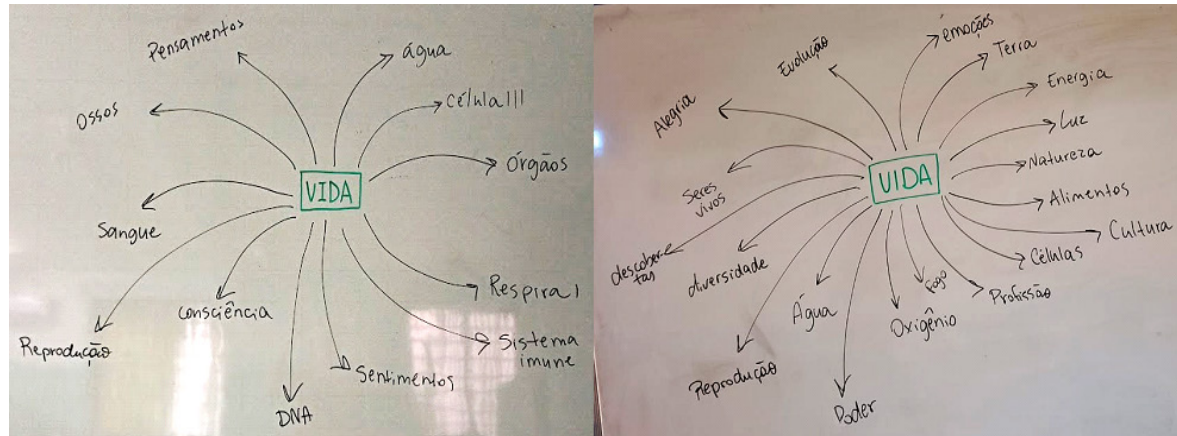
Por fim, cabe destacar os procedimentos éticos que nortearam esta investigação. O estudo foi desenvolvido como parte das atividades regulares de regência de classe da pesquisadora, caracterizando-se como uma intervenção pedagógica em ambiente escolar sem fins lucrativos ou financiamento externo. Embora não tenha sido submetido formalmente ao sistema de Comitês de Ética em Pesquisa em virtude das especificidades do cronograma acadêmico institucional da pós-graduação, a pesquisa cumpriu rigorosamente todas as exigências éticas voltadas a investigações com seres humanos na área de Ciências Humanas e Sociais, em consonância com as resoluções vigentes.

Antes do início das atividades, a proposta e seus objetivos foram detalhadamente apresentados e discutidos em reunião com a direção da escola, professores da área e com os pais e responsáveis pelos estudantes. A participação dos menores ocorreu de maneira inteiramente voluntária, mediante a anuência institucional e o consentimento verbal dos responsáveis. Todos os dados obtidos foram tratados sob estrito sigilo, e a identidade dos participantes foi integralmente preservada por meio da substituição de seus nomes reais por códigos alfanuméricos (como A1, E5, etc.) em todas as etapas de divulgação dos resultados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Aula 2 iniciou-se com uma atividade de evocação coletiva de ideias associadas à palavra “vida”, registradas em um mapa mental no quadro. Baseada no primeiro momento pedagógico, a dinâmica buscou acessar os conhecimentos prévios e identificar os elementos conceituais e simbólicos das noções iniciais dos alunos. Os mapas das turmas 91 e 92 evidenciaram uma rica diversidade de ideias e uma forte presença de referências antropocêntricas, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Mapa Mental Coletivo sobre o Conceito de Vida (turmas 91 e 92)



Fonte: Acervo da autora.

Na Turma 91, as palavras evocadas concentraram-se em aspectos fisiológicos humanos, como “ossos”, “sangue”, “respira” e “coração”, além de elementos mentais como “pensamentos” e “sentimentos”, indicando uma concepção muito centrada na experiência do próprio estudante. Já a Turma 92 apresentou maior variedade de termos, combinando vocábulos biológicos (“células”, “evolução”) com elementos simbólicos e sociais (“cultura”, “alegria”), sugerindo uma visão mais ampla, embora ainda distante de critérios biológicos formais e sistematizados.

Em seguida, aplicou-se o instrumento de pré-teste, que buscou explorar como os estudantes classificavam determinadas entidades como vivas ou não, por meio de suas justificativas escritas. A análise foi conduzida por entidade, uma vez que um mesmo aluno poderia empregar raciocínios e critérios distintos para cada caso estudado. Os resultados, sintetizados no Quadro 1, evidenciaram a predominância de critérios intuitivos, com pouca ou nenhuma referência a conceitos fundamentais como célula, metabolismo ou reprodução.

As respostas baseavam-se fortemente na aparência física, na função ou no impacto direto dessas entidades nos seres humanos. Os vírus e as bactérias foram associados quase que exclusivamente a doenças, o fogo a fenômenos físicos cotidianos, e o robô com inteligência artificial foi majoritariamente considerado não vivo por sua origem artificial, indicando a persistência da dicotomia natural/artificial. Também se destacou a ausência de justificativas estruturadas nessa fase inicial, com a ocorrência de respostas vagas ou tautológicas.

Quadro 1 – Dados do pré-teste: classificação e justificativas dos estudantes.

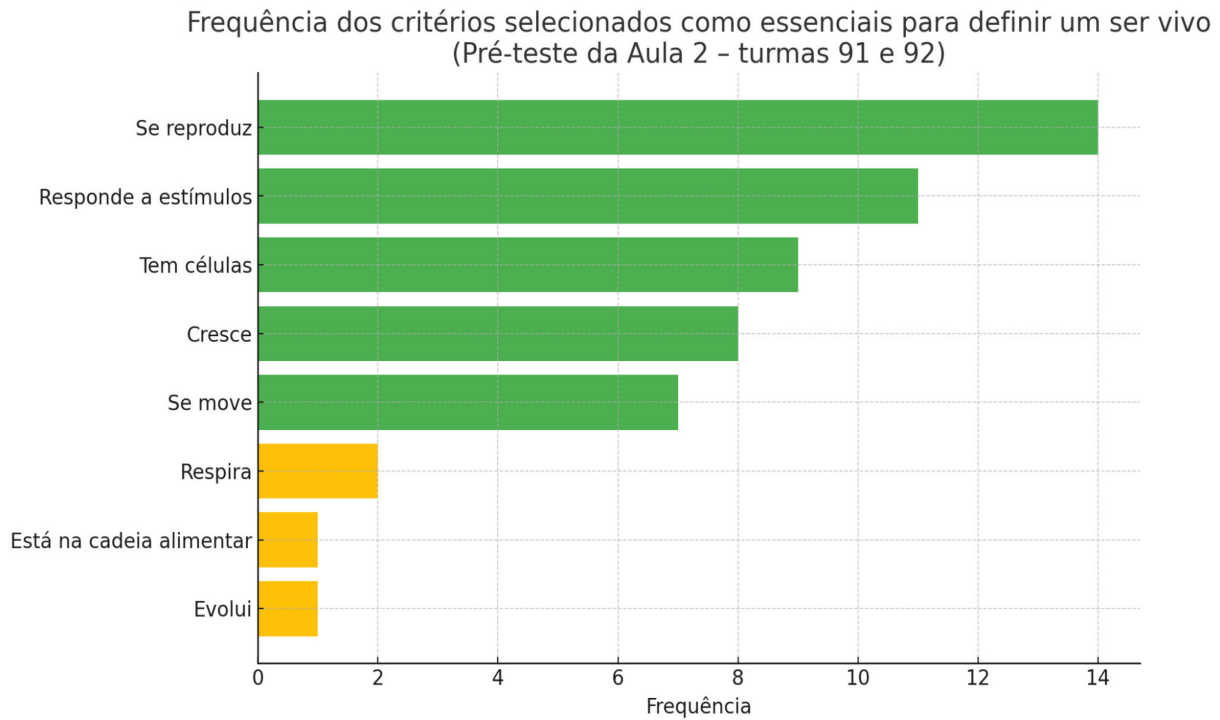
Entidade	Categoria consolidada	Subcategoria/ Descrição	Ocorrências	Exemplos de respostas
Vírus	Critérios biológicos corretos	Reprodução, célula, estímulo...	6	“Porque podem se reproduzir e até morrerem” (A5) “porque eles podem se reproduzir” (E15)
	Relação com o ser humano	Infecta, vive no corpo	7	“Ele é um ser vivo pois habita no corpo do ser humano” (A3)
	Associação com doença	Doença ≠ vida	3	“Não, pois é uma doença que transmitem” (A11)
	Ausência de Justificativa Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e	2	“porque sim” (A8) “são seres vivos minúsculos” (A18)

		Idiossincráticas		
	Crítérios antropocêntricos	Não pensa, não tem decisões	3	"Ele não pensa e nem tem decisões" (A15) "Tem ações próprias" (E1) "tem ações próprias" (E10)
Bactéria	Crítérios biológicos corretos	Célula, reprodução	6	"sim pois contem celulas" (A4) "Se reproduzem" (A32)
	Associação com doença	Vem da sujeira, transmite doença Doença ≠ vida	5	"Não é um ser vivo pois ele é tóxico" (A3) "Pois é uma doença que transmitem" (A7)
	Ausência de Justificativa Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	9	"porque sim" (A8) "Porque, é algo que não se controla" (A12)
Fogo	Processos físicos/químicos	Fenômeno natural, reação química	8	"Porque o fogo e apenas uma reação química" (A5) "é o fenômeno da natureza" (A7)
	Natural x Artificial	Feito pelo ser humano, não é natural	1	"Não tem vida própria, porque o ser humano causa ele" (A12)
	Crítérios biológicos corretos	Reprodução, célula, estímulo	3	"não porque não contem células e nem vida nem física" (A4) "Uma coisa é se reproduzir, outra é se espalhar" (A9) "Porque ele não se reproduz" (A26)
	Ausência de Justificativa Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	9	"Não sei" (E3) "Porque ele é uma chama que queima" (E6)
Robô com IA	Natural x Artificial	Feito pelo ser humano, não é natural	14	"Pois ele é apenas programado" (A3) "porque criado manualmente." (A9) "não e algo criado por seres vivos" (E10)
	Crítérios antropocêntricos	Emoções, pensamento, consciência, ser independente	3	"Ele não consegue ter emoções" (A5)
	Crítérios biológicos corretos	Não tem célula, não se reproduz biologicamente	1	"Não pois ele não contém célula" (A4)
	Ausência de Justificativa Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	3	"Pode se comunicar com seres vivos" (A22) "Porque tem uma chama que queima" (E6)

Fonte: Autoria própria.

Além das justificativas discursivas, os alunos responderam a uma questão fechada sobre quais critérios consideravam essenciais para definir se algo é vivo (Figura 2). O critério mais assinalado foi “se reproduz” (14 ocorrências), seguido de “responde a estímulos” (11), “possui célula” (9), “cresce” (8) e “se move” (7). Apenas quatro alunos marcaram a opção “outros”, mencionando termos como “respirar”, “evoluir” e “estar na cadeia alimentar”.

Figura 2 – Frequência dos critérios selecionados pelos alunos no pré e pós-teste.



Fonte: Acervo da autora.

No entanto, a comparação com as justificativas escritas revelou que esse reconhecimento apenas declarativo não se traduzia em uma aplicação coerente dos critérios em casos concretos. Isso evidenciou um claro hiato entre o saber declarar e o saber aplicar, um fenômeno comum no processo de aprendizagem científica (Pozo e Crespo, 2009; Mortimer, 2000).

Após a realização da aula expositiva-dialogada sobre os critérios científicos, aplicou-se o pós-teste. De modo geral, observou-se um avanço qualitativo na mobilização de critérios biológicos, especialmente nos casos de vírus, bactérias e fogo. O vírus passou a ser excluído por grande parte dos alunos com base na ausência de metabolismo independente ou de estrutura celular; a bactéria foi mais associada à organização celular e à capacidade reprodutiva; e o fogo passou a ser classificado como não vivo devido à falta de material genético e organização celular.

O robô com IA permaneceu como a entidade mais resistente à mudança de classificação, sendo ainda frequentemente categorizado como não vivo por sua origem artificial. Apesar disso, surgiram no pós-teste justificativas mais refinadas e próximas dos critérios biológicos debatidos em sala. As novas entidades introduzidas — o embrião e a célula vegetal — geraram respostas que combinaram noções científicas com referências culturais, especialmente no caso do embrião, fortemente associado à ideia de vida em desenvolvimento.

Quadro 2 – Dados do pós-teste: classificação e justificativas dos estudantes

Entidade	Categoria consolidada	Subcategoria/ Descrição	Ocorrências	Exemplos de respostas
Vírus	Critérios biológicos corretos	Reprodução, célula, estímulo	13	"Não. Vírus não são auto-sustentáveis" (A18) "Sim. Ele tem sua própria maneira de reprodução e ele é capaz de mudar, ou seja, evoluir" (E2)
	Relação com o ser humano	Infecta, vive no corpo	4	"Sim. Pois ele é transmissível e habita no corpo do ser humano" (A3) "Sim pois ele é transmitível" (A4)
	Critérios antropocêntricos	Não pensa, não tem decisões	3	"Não pois ele não escolhe quem ele vai infectar" (A8) "Não. Pois não pensa e não tem consciência" (A32)
	Associação com doença	Doença ≠ vida	1	"Não. pois é apenas um vírus que pode ser transmitido" (A11)
Bactéria	Critérios biológicos corretos	Célula, reprodução	9	"Sim porque ele se reproduz" (A26) "Sim, porque tem composição celular" (E3)
	Ausência de Justificativa Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	6	"não pois só divide não se multiplica" (A9) "Não. Versão inferior do vírus" (E6)
	Associação com doença	Vem da sujeira, transmite doença Doença ≠ vida	3	"É apenas uma doença bacteriana" (A7) "não é apenas uma doença bacteriana" (A11)
	Critérios antropocêntricos	Não pensa, não tem decisões	3	"sim porque ela age sozinha dentro do corpo" (A12) "Sim. Age sozinha" (A22)
	Relação com o ser humano	Infecta, vive no corpo	1	"Não. Pois a bactéria ela é praticamente células que se multiplicam e tanto fazem bem quanto o mal." (A3)
Fogo	Critérios biológicos corretos	Reprodução, célula, estímulo	11	"Não se reproduz" (A9) "Não, porque não possui informação genética" (A25)
	Processos físicos/químicos	Fenômeno natural, reação química	6	"Não. Ele é uma reação química" (A5) "é um fenômeno da natureza" (A7)
	Ausência de Justificativa Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	4	"não sei" (A8) "Não, ele não tem materia" (E15)
Robô com IA	Natural x Artificial	Feito pelo ser humano, não é natural	10	"é uma inteligência artificial que ajudam as pessoas com dúvidas" (A7) "Não. Porque ele é programado" (E6)

	Critérios antropocêntricos	Emoções, pensamento, consciência, ser independente	4	"Pensa, fala" (A22) "Pensa, fala e age como ser humano" (A24)
	Critérios biológicos corretos	Não tem célula, não se reproduz biologicamente	4	"Não porque não possui os critérios essenciais como reprodução" (A25) "Não tem composição celular, informação genética" (E1)
	Ausência de Justificativa Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	4	"Não. Ele tem tecnologia muito variada" (A3) "Interage com o meio mas não é um ser vivo" (E10)
Embrião	Pessoa em desenvolvimento		10	"sim pois é um feto em desenvolvimento" (A8) "Por que vai ser uma vida" (A15)
	Critérios biológicos corretos	Não tem célula, não se reproduz biologicamente	8	"Sim, porque interage com o meio e tem células" (A25) "Sim ele é só a base de um ser vivo onde ele evolui, não é capaz de se reproduzir, porém tem metabolismo e também consegue reagir a estímulos externos" (E2)
	Ausência de Justificativa Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	3	[Não respondeu] (A3 e A4) "Sim é um ser vivo" (A22)
Célula Vegetal	Critérios biológicos corretos	Não tem célula, não se reproduz biologicamente	12	"Sim Porque tem célula" (A26) "Sim, pois as células são unidades básicas para todos os seres vivos" (E15)
	Ausência de Justificativa Clareza Conceitual	Não sabe ou não respondeu; Concepções Dispersas e Idiossincráticas	7	"Célula vegetal segue o mesmo princípio" (A4) "Sim. São seres vivos" (A22)
	Respira/Se alimenta	Capacidade de se alimentar e respirar	3	"Ele se alimenta" (A5) "sim porque ela respira" (A12)

Fonte: Autoria própria.

Ao comparar os dois momentos, observa-se uma transição importante: os critérios subjetivos ou baseados puramente na aparência visual diminuíram, enquanto critérios estruturais e funcionais, como metabolismo, presença de células e reprodução, apareceram com maior frequência. Embora ainda persistam concepções híbridas, nas quais ideias do senso comum coexistem com o conhecimento escolar, nota-se uma nítida ampliação do vocabulário científico e maior coerência nas justificativas apresentadas.

Os resultados indicam que o recorte didático proposto foi capaz de iniciar processos de deslocamento conceitual e reflexão epistemológica. O pós-teste revelou maior esforço de abstração e um gradual distanciamento de visões estritamente antropocêntricas. Contudo, a permanência de algumas respostas inconsistentes reafirma que a evolução das ideias dos estudantes é um processo gradual,

que não se esgota em uma única intervenção e depende diretamente da continuidade da mediação docente para consolidar novos perfis conceituais.

5.1 ANÁLISE INTEGRADA: MAPAS, TESTES E DIÁRIO DE CAMPO

A integração dos mapas mentais, das justificativas do pré e pós-teste e das observações registradas no diário de campo revela padrões importantes nas concepções de vida dos estudantes e indica que existem movimentos de mudança em curso. Longe de apontar para transformações definitivas ou concluídas, os dados evidenciam uma dinâmica marcada por tensões entre explicações intuitivas e antropocêntricas e as tentativas de apropriação dos critérios científicos.

Nos mapas mentais iniciais, predominaram associações subjetivas e fisiológicas, sugerindo que a vida é frequentemente compreendida a partir da experiência humana e de atributos visíveis ou afetivos. Esse mesmo padrão se repetiu no pré-teste, no qual a aplicação dos critérios se mostrou inconsistente: alunos que reconheciam as bactérias como vivas não conseguiam aplicar o mesmo raciocínio para os vírus ou para os robôs. No caso do robô com inteligência artificial, o argumento principal baseou-se na lógica de que o que é artificial ou feito pelo homem não pode ser considerado vivo.

No pós-teste, por outro lado, observou-se uma maior mobilização dos critérios biológicos debatidos em sala, com menções frequentes a células, metabolismo, material genético e reprodução, especialmente nos casos do vírus e do fogo. Ainda assim, algumas ambiguidades continuaram aparecendo diante de situações-limite, como os embriões e os robôs. As respostas sobre o embrião revelaram fortes influências de visões culturais e sociais dos alunos, enquanto a célula vegetal foi prontamente reconhecida como viva pela presença da estrutura celular.

O episódio da comparação entre o vírus biológico e o vírus de computador, registrado no diário de campo, ajuda a ilustrar a tensão vivida pelos estudantes entre a aparência funcional de uma entidade e a sua origem real. Apesar de reconhecerem semelhanças entre os dois — como a capacidade de se duplicar e se espalhar —, os estudantes rejeitaram a ideia de vida no vírus de computador por causa da sua natureza mecânica e digital. Ao mesmo tempo, esse paralelo fez com que alguns revisassem suas classificações sobre os vírus biológicos, indicando deslocamentos na forma de pensar.

Todo esse processo gerou um visível desconforto cognitivo na turma, expresso de forma muito espontânea na fala de um dos alunos registrada no diário: “a sua aula dá crise existencial”. Esse estranhamento sugere uma quebra com as certezas iniciais do senso comum, o que é uma condição fundamental para que novas aprendizagens comecem a fazer sentido (Posner et al., 1982).

Ao final da intervenção, alguns estudantes chegaram a afirmar que “nenhum critério sozinho dá conta” de definir o que é a vida, indicando que começaram a construir uma compreensão mais ampla, relacional e multifatorial desse conceito. De modo geral, a análise integrada aponta um afastamento gradual do nível puramente visual e perceptivo em direção a categorias mais estruturais e funcionais. Mais do que uma transição direta e linear, o que se observa neste estudo é o início promissor de uma negociação de significados (Mortimer e Scott, 2002): um processo que é tenso e incompleto, mas que abre caminhos para um pensamento científico mais crítico e reflexivo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo analisar em que medida uma aula introdutória sobre o conceito de vida, integrada a uma sequência didática baseada na astrobiologia, contribuiu para a mobilização de critérios científicos na classificação de diferentes entidades como vivas ou não vivas. A triangulação entre os mapas mentais, os pré e pós-testes e as anotações do diário de campo permitiu identificar indícios de deslocamentos conceituais relevantes, ainda que parciais e heterogêneos, nas justificativas apresentadas pelos estudantes do 9º ano.

As análises mostraram que, ao final da aula, aumentou a frequência de justificativas baseadas em critérios biológicos explícitos. Em alguns casos, também se observou ampliação do repertório explicativo dos alunos, evidenciada por falas como a compreensão de que “nenhum critério sozinho define a vida”, sugerindo o início de uma apropriação mais relacional e multifatorial do conceito.

Apesar disso, persistiram concepções alternativas bastante resistentes, como o uso da dicotomia entre o natural e o artificial para negar a vida em robôs com inteligência artificial, e a associação automática entre microrganismos e doenças. Muitas justificativas continuaram vagas ou apoiadas em critérios subjetivos, sobretudo em entidades que envolvem dimensões éticas, sociais ou simbólicas, como o embrião. Esses achados reforçam que a aprendizagem de conceitos científicos complexos não ocorre por substituição imediata, mas por reorganizações progressivas e conflituosas, em consonância com as discussões contemporâneas sobre a evolução dos perfis conceituais dos estudantes.

É importante reconhecer, contudo, as limitações intrínsecas deste estudo: o caráter de estudo de caso focado no recorte de uma única aula, a realização em uma única escola pública, o número reduzido de participantes e o curto intervalo entre a intervenção e o pós-teste. Tais condições restringem a interpretação dos resultados a um caráter estritamente exploratório e interpretativo. Pesquisas futuras poderiam acompanhar a evolução conceitual ao longo de toda a sequência didática, aplicar avaliações tardias para verificar a permanência dos deslocamentos observados e investigar de forma mais profunda a influência de fatores culturais, religiosos e éticos na aceitação de critérios científicos, especialmente em temas limítrofes como a inteligência artificial e a embriologia.

Apesar dessas limitações, os resultados indicam que o ensino do conceito de vida pode ser favorecido por abordagens interdisciplinares que exponham os estudantes a casos-limite e situações conceitualmente ambíguas. A discussão mediada pela astrobiologia mostrou-se capaz de estimular o raciocínio crítico, provocando o desconforto cognitivo necessário para a revisão de critérios intuitivos naturalizados, como a associação direta entre vida, movimento e intencionalidade.

Em suma, este estudo traz uma contribuição relevante para a área ao demonstrar que a própria indeterminação epistemológica do conceito de vida, quando tratada como recurso didático e não como um problema, atua como um potente motor para a aprendizagem. Ao deslocar o Ensino de Ciências da mera memorização de características fixas para um espaço de debate e negociação de significados, a abordagem fundamentada na astrobiologia prova ser um caminho viável e alinhado às diretrizes curriculares nacionais, preparando os estudantes para pensar a ciência como um conhecimento vivo, dinâmico e em constante construção.

7. REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, v. 1938, 1996.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 22 jun. 2025.
- BYRNE, J.; GRACE, M. M.; HANLEY, P. Children's anthropomorphic and anthropocentric ideas about micro-organisms. **Journal of Biological Education**, v. 43, n. 3, p. 129–135, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.2009.9656190>
- CLELAND, C. E.; CHYBA, C. F. Defining "life". **Origins of Life and Evolution of the Biosphere**, v. 32, p. 387–393, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1020503324273>
- CORRÊA, A. L. et al. Aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida: contribuições para o ensino de biologia. **Filosofia e história da biologia**, v. 3, n. 1, p. 21-40, 2008. Disponível em: <https://www.abfhib.org/FHB/FHB-03/FHB-v03-02-Andre-Correa-et-al.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2025.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. C. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- EPLEY, Nicholas. A mind like mine: the exceptionally ordinary underpinnings of anthropomorphism. **Journal of the Association for Consumer Research**, v. 3, n. 4, p. 591-598, 2018.
- FERRARO, J. L. S. Da história natural à biologia: o conceito de vida nos livros didáticos. **Travessias**, n.7, p. 34-61, 2009.
- FRIAÇA, A. C. S.; PACHECO, E. J. Life in the Cosmic Context. An Astrobiology Course as an Experiment in Transdisciplinarity. **Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica**, v. 44, p. 127, 2014. Disponível em: https://www.astroscu.unam.mx/rmaa/RMxAC..44/PDF/RMxAC..44_TO_friaca.pdf . Acesso em: 22 jun. 2025.
- JOYCE, G. F. Foreword. In: DEAMER, D. W.; FLEISCHAKER, G. R. (Eds.). **Origins of life: the central concepts**. Boston: Jones & Bartlett, 1994.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2013.
- MARGULIS, L.; SAGAN, D. **O que é vida?** Rio de Janeiro: Zahar, 2002.
- MONACO, C.; MICH, O.; CEOL, T.; POTRICH, A. Investigating mental representations about robots in preschool children. **arXiv**, 2018. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1806.03248>
- MONOD, J. **Chance and necessity: an essay on the natural philosophy of modern biology**. London: Collins/Fount Paperbacks, 1977.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2000.
- MORTIMER, Eduardo F; SCOTT, Phil. Atividade Discursiva Nas Salas De Aula De Ciências: Uma

Ferramenta Sociocultural Para Analisar E Planejar O Ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 283–306, 2016. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/562>. Acesso em: 23 jun. 2025.

MUSCARDI, Dalana Campos; ARNHOLZ, Erineti. Ensino Interdisciplinar de Biologia a partir de um tema gerador: Uma sequência didática investigativa. **Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v. 24, n.38, e25009, jan./dez., 2025. <https://doi.org/10.59666/Arete.1984-7505.v24.n38.4193>.

PEIXOTO, D. E. **Astronomia Como Disciplina Integradora Para O Ensino De Ciências**. 2018. 129 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

PAULINO-LIMA, I. G.; LAGE, C. A. S. Astrobiologia: definição, aplicações, perspectivas e panorama brasileiro. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 14–21, 2010.

POSNER, G. J. et al. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v. 66, n. 2, p. 211–227, 1982.

SCHRODINGER, Erwin. **O que é vida?: o aspecto físico da célula viva**. UNESP, 1997.

SILVA, Fabio Augusto Rodrigues e. **O perfil conceitual de vida: ampliando as ferramentas metodológicas para sua investigação**. 2006. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado da Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SPINARDI, J. I. **Elaboração de uma sequência didática em astrobiologia para o ensino fundamental 2**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Bezerra, Paulo. 2. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

Submissão: 07/04/2026

Aceito: 18/06/2026