

A epistemologia da biologia no curso de Ciências Biológicas para compreensão do que é vida

The epistemology of biology in the Biological Sciences course for understanding what life is

Jéssica Laguilio Rodrigues

Universidade Estadual de Maringá

Jlrodrigues2@uem.br

Maria Júlia Corazza

Universidade Estadual de Maringá

mjcorazza@uem.br

Resumo

A vida pode ser um conceito integrador para o curso de Ciências Biológicas no processo de formação inicial de professores pesquisadores de ciências e biologia. No entanto, para compreender essa potencialidade do objeto de estudo da biologia, esta investigação se desenvolveu por meio de um estudo de caso, que se fundamentou nas características e peculiaridades do Projeto Pedagógico do curso de Ciências Biológicas (PPCB) de uma universidade pública do Paraná e nas concepções de 20 licenciandos sobre o fenômeno da vida. A análise documental do projeto pedagógico do curso mais a interpretativa das entrevistas semiestruturadas dos sujeitos permitiu evidenciar explicações dos sentidos emergidos que refletem sobre como o fenômeno da vida pode integrar o conhecimento biológico para a organização de um curso de formação inicial de modo holístico.

Palavras chave: conceito, objeto de estudo, história, filosofia, narrativa histórica.

Abstract

Life can be an integrating concept for the Biological Sciences course in the process of initial training of research professors of science and biology. However, to understand this potential of the object of study of biology, this investigation was developed through a case study, which was based on the characteristics and peculiarities of the Pedagogical Project of the Biological Sciences course (PPCB) of a public university in Paraná and in the conceptions of 20 undergraduates about the phenomenon of life. The documental analysis of the pedagogical project of the course plus the interpretation of the semi-structured interviews of the subjects made it possible to evidence explanations of the emerged meanings that reflect on how the phenomenon of life can integrate biological knowledge for the organization of an initial training course in a holistic way.

Key words: concept, object of study, history, philosophy, historical narrative.



Introdução

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

Todavia, nas últimas décadas tanto no Brasil quanto mundo à fora, inúmeras contribuições têm se somado ao campo da epistemologia da biologia. As pesquisas desenvolvidas no domínio conceitual têm buscado respaldo na história e filosofia para tecer compreensões acerca de como são as visões de mundo sobre os conhecimentos biológicos (CARNEIRO; GASTAL, 2005). O fenômeno vida, por exemplo, tem sido objeto de estudo da racionalidade humana antes mesmo da demarcação da ciência como área de produção de conhecimentos científicos. Filósofos da Grécia Antiga, como Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.), Platão (428 a.C. – 347 a.C.) e Galeno (129 d.C. – 219 d.C.) muito contribuíram com seus ensaios lógicos na busca para explicar o que é a vida através do estudo dos seres vivos e da medicina, como pode ser observado nas obras *De Anima* e *Historia Animalium* de Aristóteles, por exemplo, que apresentam densas descrições das quais podem-se inferir concepções de vida. Todavia, somente após o século XIX é que este objeto de estudo passou a ser designado e reconhecido como pertencente à uma ciência única e autônoma, a emergente biologia, que passaria a compreender este fenômeno através da organização dos seres vivos (EMMECHE; EL-HANI, 2002; MAYR, 2008).

Ao longo de um percurso histórico e filosófico das formas de pensamento que sustentam as explicações sobre o que é vida, pode-se atribuir à epistemologia da biologia importância na compreensão das grandes questões que orientaram discussões e produções de conhecimento acerca de sua natureza, tanto no âmbito da comunidade científica, quanto no âmbito acadêmico de formação inicial. Em um primeiro momento, é possível compreender que por muito tempo um dos métodos mais evidentes para a atividade científica da biologia foi a descrição e a classificação do fenômeno vida. Desta forma, no passado, antes do termo biologia ser cunhado, era a História Natural dos naturalistas que possuía domínio teórico e experimental, como em qualquer outra ciência. Mas, esta forma de estudar os fenômenos biológicos, inerentes à vida, não era considerada por muitos cientistas como um campo experimental, uma vez que divergia em muitos aspectos das ciências exatas. Com isto, a biologia, para ser estabelecida, enfrentou uma extensa luta para seu reconhecimento na comunidade científica (MAYR, 2008).

Vale destacar que o estudo do mundo vivo desde a Grécia Antiga até meados do século XIX sofreu forte influência dos estudos do mundo físico-químico (MAYR, 2008; JACOB, 1983). Nesse período extenso, a forma fragmentada e desarticulada dos seres vivos era consensual – não que atualmente isto também não ocorra, mas, naquele tempo as correntes de pensamento vigentes e as abordagens mais populares defendiam esta prática, mesmo sendo bem distinta das formas de estudo concebidas pela biologia moderna (EMMECHE; EL-HANI, 2002). Naquele contexto, por exemplo, para o entendimento do funcionamento do corpo humano, contavam-se com os estudos dos médicos; enquanto para o reconhecimento e classificação das plantas, tinham-se os botânicos; para o estudo dos animais, recorriam-se aos zoólogos; para o estudo das células e dos seres microscópios, tinham-se os químicos e, para o estudo da origem das espécies – evolução – contavam-se com os historiadores naturais. São tantas divisões que



classificavam – e ainda classificam – o trabalho sobre um objeto comum a todas essas áreas de estudo, de forma que o fenômeno da vida passou a ser um epifenômeno¹.

Não é estranha essa forma de pensamento fragmentada ser presente atualmente nas organizações curriculares, uma vez que a produção do conhecimento biológico se deu, e ainda continua, em muitos centros de pesquisas organizados de modo separado por departamentos, áreas e linhas de pesquisa, as quais muitas das vezes não estabelecem diálogos entre si. No entanto, a epistemologia da biologia permite evidenciar os confrontos com esta forma de pensamento. Ou seja, em oposição à abordagem fragmentada que pode ter sucesso nas ciências físicas e químicas, na biologia podemos assumir uma perspectiva mais integrada que satisfaz os conceitos construídos, como no caso o de vida. Desta forma, para entender este fenômeno não basta o conhecimento de suas partes, é necessário a compreensão do todo por meio das interações que as partes têm entre si e com o meio (MARGULIS; SAGAN, 2002).

A integração necessária aos estudos biológicos tanto no campo da ciência quanto da formação acadêmica, principalmente para a formação de professores de ciências e biologia, pode, então, seguir uma abordagem holística do fenômeno vida, por meio de uma particularidade que é apresentada por Mayr (2008), as narrativas históricas, que inclusive são o que caracteriza a biologia como uma ciência autônoma². Nesta concepção, para a biologia construir conhecimento necessita se fundamentar no complexo campo de “porquês”, “como” e “o quê” para se estudar o mundo vivo. As questões de primeira ordem, os “porquês”, referem-se a metodologia de estudos com caráter evolutivo, algo particular e intrínseco da biologia e também denominadas de causas últimas. Já as perguntas de segunda e terceira ordem, “como” e “o quê”, dizem respeito aos estudos sobre mecanismos fisiológicos e de domínios conceituais ou ao campo das definições, também conhecidas como questões de causas próximas.

São essas questões que podem orientar e evidenciar que há um movimento de contínua transformação das visões de mundo e das concepções acerca do fenômeno vida. Mas, a elevada especialização da academia pode sugerir ainda a repercussão de um paradigma reducionista de seu estudo, no sentido de que os conhecimentos biológicos e as propriedades deste fenômeno continuam sendo explorados de modo isolado e fragmentado – ao nível de não reconhecer a própria vida como objeto de estudo da biologia.

Ao considerar este cenário e as grandes pautas que rodeiam as discussões para tornar a abordagem integrada e holística, como um sentido para a ciência biologia assumir tanto na produção do conhecimento biológico quanto na formação acadêmica de professores e pesquisadores, a proposta deste trabalho emergiu de uma pesquisa empírica realizada entorno da problemática sobre a concepção vigente acerca da natureza da ciência biologia e seu objeto de estudo para o currículo do curso de Ciências Biológicas de uma instituição de ensino superior pública do estado do Paraná. Será que este curso é estruturado de modo a preparar seus profissionais para discutirem, refletirem e discernirem sobre o que é vida? O quão as compreensões desses sujeitos se aproximam de debates epistemológicos da biologia?

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi compreender como o currículo do curso de Ciências Biológicas pode propiciar a formação de novos professores e pesquisadores em uma perspectiva holística e integrada, para a compreensão da natureza e do objeto de estudo da

¹ Quando um fenômeno central se desloca para a periferia. Ou seja, a marginalização de um fenômeno.

² Uma ciência que possui métodos próprios de pesquisa para além dos experimentais comuns a física e a química.



ciência biologia. Isto é, se por meio da análise do projeto político pedagógico do curso e por análise de discursos de alunos oriundos deste é possível identificar uma organização que corrobora com debates da epistemologia da própria biologia ou se ainda é vigente o paradigma da ciência fragmentada e experimental, reforçada por uma epistemologia fisicalista. Para isto, nas próximas seções deste texto são apresentados fundamentos teóricos, percurso metodológico, análise e discussão de resultados.

Entrelaçamentos epistemológicos entre o mundo vivo e a formação inicial de professores de ciências e biologia

Nesta seção é apresentado um compilado sintético dos principais conceitos e definições de vida, encontradas na literatura, e pertinentes ao recorte analítico deste texto resultante de uma pesquisa empírica. Uma vez que ao investigarmos concepções de vida no currículo e discursos de alunos e professores, de um dado curso de Ciências Biológicas de uma IES pública do Paraná, formas de pensamento acerca do objeto de estudo da biologia podem estar imbricadas nas ementas das componentes curriculares ou em seus respectivos programas. Desta forma é importante reiterar que não há uma única definição de vida e, talvez, o esforço mais desperdiçado seria a tentativa de encontrar ou estabelecer um único conceito, definição ou uma unidade elementar, já que se trata de uma questão polissêmica (RODRIGUES; CORAZZA, 2019).

Desta forma, pensar sobre vida na biologia envolve um caráter holístico e integrado, sendo importante, uma vez que por meio deste é possível reconhecer e se deparar com múltiplas ferramentas conceituais (EMMECHE; EL-HANI, 2002). Como exemplo podemos elencar a seleção natural de replicadores³, a autopoiese⁴, a holarquia⁵, entre outros conceitos, que permitem estruturar e organizar o conhecimento biológico para responder o que é vida no processo de formação inicial como ferramentas conceituais. Mas, será que estes conceitos são encontrados nas componentes curriculares de um curso de Ciências Biológicas? Como eles podem fazer parte do currículo do referido curso, uma vez que este instrumento é responsável tanto pela formação de novos professores quanto pesquisadores que irão trabalhar de modo direto e indireto com o fenômeno vida? Essas questões nortearam as análises documentais do projeto político pedagógico do referido curso no *Delineamento da investigação*.

Todavia, entende-se que a princípio é difícil encontrar uma componente curricular que utilize um tópico em seu programa especificamente para a abordagem de “seleção natural de replicadores” como sinônimo de vida. Ainda que o propositor desta concepção ontogenética seja um geneticista famoso, Richard Dawkins (1979), é pouco provável que haja uma menção direta de sua teoria do *Gene egoísta* em uma componente curricular, mesmo sendo utilizado na disciplina como um dos referenciais teóricos. Mas, o que pode ser observado na graduação em relação a este conceito? Os estudos de professores pesquisadores do curso da área da genética e da evolução, com grande porcentagem de chance, já tiveram contato com as obras do referido autor e, inclusive, já conceberam nos discursos de Dawkins o significado de *gene egoísta* – que

³Conceito ontogenético proposto por Richard Dawkins (1979) para explicar o fenômeno vida através do gene egoísta.

⁴Conceito ontogenético proposto por Maturana e Varela (1998) para explicar a vida perante sua capacidade de autoprodução.

⁵Conceito defendido por Margulis e Sagan (2002) para explicar o fenômeno vida através de um sistema complexo de interações simbiotes.



faz uma referência ao paradigma moderno da Biologia, a teoria sintética da evolução⁶ e que pode ser trabalhado em sala de aula em múltiplas abordagens, como no caso da capacidade do material genético se duplicar.

Para Dawkins (1979), o cenário propício em que a vida surgiu foi quando houve uma derivação de moléculas orgânicas com capacidade de fazerem cópias de si mesmas. Na medida em que essas moléculas foram aprimorando e competindo por meio da replicação, estruturas com maior complexidade foram sendo construídas para garantir sua sobrevivência. Esses replicadores sobreviventes são conhecidos atualmente como genes. Segundo Dawkins (1979), são os genes que perpetuam as informações e que passam pela seleção natural, na medida em que o genoma pode ser alterado ao longo das gerações, mas o gene em si raramente muda, pois ele passa de indivíduo para indivíduo, manipulando toda a maquinaria de sobrevivência para o seu próprio fim. O autor afirma que cada indivíduo é passageiro, bem como os cromossomos também, pois a reprodução sexuada não visa fazer cópias de um mesmo indivíduo, mas sim um embaralhamento, nesse caso, dos genes que são perpetuados perante essas recombinações. São os “genes egoístas” as bases da vida. Trata-se de uma definição aos olhos da genética e da evolução (EMMECHE; EL-HANI, 2002) que podem estar sendo veiculadas nas disciplinas do curso de graduação em Ciências Biológicas.

Outro conceito, a vida como sistema autômato de evolução aberta, faz referência tanto a informação genética quanto ao organismo frente aos processos seletivos e evolutivos, por meio das interações complicadas⁷ e complexas que os seres vivos possuem com o meio (MEGLHIORATTI, 2011). Algo que James Lovelock (1988) defende em sua hipótese *Gaia*, pois para o autor a vida é um sistema de retroalimentação que se constrói por meio das interações internas e externas. Além disso, o sistema autômato com evolução aberta assume que o ser vivo possui "formas de registros de informação", que são passadas de geração em geração e não sendo exclusivamente o DNA e RNA para tal (CORRÊA *et al*, 2008, p. 30). Assim, o organismo vivo busca sempre manter sua organização, sendo capaz de variar sua dinâmica com o meio por razões não pré-estabelecidas, podendo passar suas alterações, como no caso das membranas celulares e dos *prions*, às demais gerações (JABLONKA; LAMB, 2008). Logo, a vida, nesta concepção, é a constante interação de seu sistema com o meio para manter-se estável.

Para os biólogos Humberto Maturana e Francisco Varela (1998), que explicam a vida por meio de um processo de "autocriação", como o que acontece durante o ciclo celular nos seres vivos – a autopoiese – os vírus não são seres vivos. Nas palavras dos autores, a vida é

“uma máquina autopoietica (...) organizada como um sistema de processos de produção de componentes concatenados de tal maneira que produzem componentes que: I) geram processos (relações) de produção que os produzem através de suas contínuas interações e transformações, e II) constituem a máquina como uma unidade no espaço físico.” (MATURANA; VARELA, 1998, p.71).

No entanto, a autocriação sem cognição da informação não pode ser considerada um ser vivo

⁶ Teoria que utiliza mecanismos genéticos para explicar a evolução biológica.

⁷ Por interações complicadas entendemos, de acordo com Meghlioratti (2011), que são aquelas que o organismo estabelece com o meio externo, enquanto as complexas são as redes de interações internas que são essenciais para manter a sua organização. Ou seja, as palavras complicada e complexa não têm relação com o nível de dificuldade, mas sim com o nível de emergência de determinadas propriedades.



na ótica de autores como Luisi (2006), Santos (2018) e Barbieri (2016). Não obstante, pode-se fazer uma relação aos estudos da biossemiótica, que propõe um caminho possível para explicar e conceber o fenômeno vida. Nesta concepção, a vida é descrita por meio da teoria de comunicação, que para Shannon (1949) significa dizer que os seres vivos são sistemas químicos capazes de se reproduzir utilizando a informação oriunda de um lugar para outro lugar. Ou seja, a vida compreende a interação entre o signo, como um substrato e o objeto, como uma enzima, para realizar a sua interpretação – catálise⁸. Uma vez que essa vertente está embasada em uma teoria lógica dos fenômenos informacionais, é possível que a biossemiótica estabeleça diálogo com as teorias de seleção natural de Dawkins (1979) e a autopoiese de Maturana e Varela (1998). Sendo assim, podemos afirmar que a vida não se restringe apenas a um material que se replica, pois envolve todo um arcabouço fenomenológico para manter a organização dos seres vivos e que extrapola os limites físicos dessa organização.

Todo este arcabouço conceitual, que a epistemologia da biologia permite conhecer e compreender por relações históricas e também filosóficas, pode ser respaldado por uma metodologia própria da ciência biologia, que favorece o estudo integrado e que corrobora com uma visão mais holística dos conhecimentos biológicos. Essa metodologia também consiste em pensar nessas ferramentas conceituais por meio das narrativas históricas, com suas causas próximas e últimas, como já descrito anteriormente que as primeiras de ordem fisiológicas com questões “o quê?” e “como?”, enquanto as últimas de ordem evolutiva, com questões “por quê?” (MAYR, 2008). Ou seja, a epistemologia da biologia conta com as contribuições de um epistemólogo próprio desta ciência, Mayr (2008), que por meio de seu conceito de narrativas históricas forneceu subsídios para defender essa abordagem holística para o estudo da vida, com o uso destas questões que, de acordo com Selles e Ferreira (2005), a disciplina escolar Biologia tem incorporado essa ideia muito bem, uma vez que reúne em seu currículo as ciências que antes estavam separadas em uma biologia geral. Mas, no que se refere ao âmbito acadêmico ou ao curso de Ciências Biológicas, para a formação de professores de ciências e biologia, as referidas autoras apontam que o processo de unificação das múltiplas áreas do conhecimento biológico em uma biologia geral enfrenta inúmeras dificuldades, sendo parte delas devido a própria concepção da natureza da ciência biologia e a caracterização de seu objeto de estudo que se distanciam dos próprios debates epistemológicos.

Delineamento da investigação

Para tecer compreensões acerca da problemática deste estudo, esta pesquisa reuniu procedimentos metodológicos que trouxeram à tona a subjetividade deste ensaio empírico por meio da combinação minuciosa entre o ambiente da pesquisa (curso de Ciências Biológicas da universidade pública), os sujeitos envolvidos (licenciandos do referido curso) e dos procedimentos de análises dos dados constituídos.

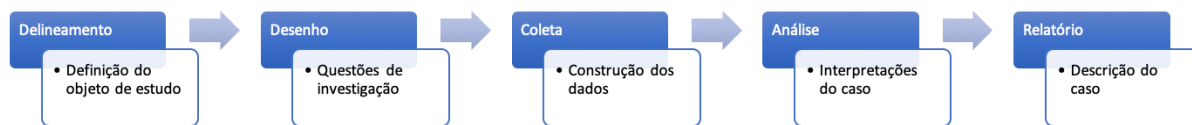
Neste sentido, pode-se caracterizar a natureza da pesquisa desenvolvida como sendo qualitativa, uma vez que se trabalha com um determinado contexto da realidade que não pode ser analisado de uma forma isolada. Esta abordagem de pesquisa compreende desde a utilização de aportes teóricos e metodologias que dialogam entre si para o reconhecimento de distintas perspectivas – sob a ótica de quem investiga – até a construção do conhecimento em questão (FLICK, 2011).

O procedimento executável que foi adotado pode ser expresso pela figura 1, que resume as distintas etapas caracterizadas por diferentes fases e estratégias de investigação e de análise,

⁸ Reação química que ocorre com menor energia de ativação.

mas que se concatenaram para descrever o estudo deste caso (YIN, 2003).

Figura 1 Percurso do estudo de caso.



Fonte: dados da pesquisa.

O objeto de estudo desta pesquisa é o fenômeno vida, sob uma perspectiva epistemológica de ferramenta integradora dos conhecimentos biológicos, que pode orientar a organização de um currículo para uma compreensão holística do que é vida no processo de formação inicial de professores de ciências e biologia. Como este objeto é estudado em um campo específico que comporta uma investigação de processos organizacionais, mudanças ocorridas e maturação de dados setoriais, a pesquisa foi caracterizada como sendo um estudo de caso (YIN, 2010). Este tipo de estudo tem se popularizado em investigações que têm como foco a descrição de características holísticas e significativas de eventos da vida real, além de ser respaldada por três principais propósitos de natureza exploratória, que é preocupada com questões do tipo “o que”; descritiva, norteada por questões tipo “o que” e “como”; e explanatória, que busca responder questões do tipo “por que”, mas também “como” (YIN, 2010). Desta forma, trata-se de uma estratégia metodológica coerente com a proposta epistemológica e investigativa relatada neste trabalho.

Sendo assim, o desenho da pesquisa se configurou por meio das questões investigativas, citadas a priori, bem como as questões de análise do caso: “Como o fenômeno vida é abordado nas disciplinas que compõem o curso de Ciências Biológicas?”; e “Quais formas de pensamento sobre o fenômeno vida podem ser identificadas em estudantes do último ano do curso de licenciatura em Ciências Biológicas?”. Foram estas questões que instruíram a estruturar as fases investigativas, os procedimentos para a constituição de dados por meio de entrevistas semi-estruturadas e sua análise interpretativa, que ocorreu em duas instâncias: a primeira mediante a análise do documento que regulamenta o currículo vigente do curso de Ciências Biológicas da universidade pública (o PPCB); a segunda com o diálogo com graduandos do último ano do curso que passaram por este currículo. Para preservar a identidade dos envolvidos nesta pesquisa, todos os dados transcritos foram legendados da seguinte forma: a letra L foi designada para licenciandos, seguida de algarismos arábicos em ordem hierárquica, para legendar os respectivos sujeitos. Ao todo, esta pesquisa contou com a participação voluntária de 20 licenciandos matriculados no último ano do curso, mediante assinatura em termo de consentimento livre e esclarecido (TECLE), uma vez que a pesquisa foi submetida ao comitê de ética para a realização das intervenções com os sujeitos.

O que é vida para o curso de Ciências Biológicas, nas entrelinhas do currículo e nas palavras de alunos

O Projeto Pedagógico Ciências Biológicas (PPCB) do curso presencial descreve o currículo para as habilitações de Licenciatura e/ou Bacharelado, isto é, orienta tanto a formação de professores como a de biólogos e/ou pesquisadores. Nesse estudo de caso foi realizada a análise documental do PPCB, com o intuito de investigar a abordagem do fenômeno vital nas ementas das disciplinas curriculares. Ao responder as indagações descritas anteriormente por meio de questões de análise, foram propostas posteriori novas questões para as interpretações deste documento como: A vida é abordada de forma explícita ou implícita? Será que a epistemologia



vigente no pano de fundo da organização do currículo concebe a formação holística e integrada sobre o conceito de vida? Por meio destas, buscou-se no documento os subsídios ofertados pelas disciplinas que explicam o fenômeno vital, identificados mediante a descrição dos objetivos da disciplina. Além disso, com o respaldo destas questões, também foi mensurado os paradigmas e as perspectivas para o curso para a formação inicial de professores pesquisadores de ciências e biologia.

Ao observar a organização curricular do curso de Ciências Biológicas da IES deste estudo, as ementas analisadas anteriormente não tornam evidente a integração dos conteúdos disciplinares, de modo que os alunos possam entender o fenômeno e responder à questão “o que é vida?”. Ou seja, foi notado a falta de um diálogo entre as ementas das componentes selecionadas, além de uma abordagem massivamente implícita da vida ao longo do curso.

Mas, não resta dúvida, de que mesmo trabalhando com o fenômeno vida de modo implícito, indireto, essas componentes têm a agregar à formação de graduandos, como as disciplinas de Embriologia e Histologia, por exemplo. Afinal, um dos grandes debates éticos, políticos e sociais da atualidade tem sido a legalização do aborto, logo, os conhecimentos desta área são importantes para argumentações e contra-argumentações referentes ao tema. Afinal, um professor das Ciências Biológicas em meio a este debate está longe de ser uma figura neutra, uma vez que em questões como esta são os biólogos os mais procurados para responder “quando começa a vida?”. São questões como essa que proporcionam um leque inesgotável de conexões com o conhecimento biológico referente ao seu objeto de estudo. Por isto, na trajetória formativa de professores pesquisadores são necessárias compreensões holísticas do fenômeno da vida, que integram diversas áreas da biologia, para que estes profissionais possam contribuir valorativamente em debates como este. No entanto, cabe ao professor responsável pela componente curricular buscar questões que mobilizem essa integração do conhecimento biológico uma vez que não é indicado no programa e ementa das referidas disciplinas esse tipo de questão-problema como parte formativa. Uma proposta possível seria a interlocução entre a epistemologia e a bioética; que até então na organização curricular do curso não foi observada sua presença como componente específica, podendo esta ser introduzida nas demais como forma de abordagem integrada.

Ao analisar as concepções de licenciandos matriculados no último ano do curso, foi observado mediante as interações discursivas nas entrevistas semiestruturadas, a compreensão de que a biologia de fato é uma ciência, embora se observe distintas abordagens. Mas, não resta dúvida, que para a grande maioria dos sujeitos a biologia é considerada uma ciência devido ao seu “método científico” (L3), suscitando seu forte caráter demarcador entre ciência e pseudociência como já discutido por diversos epistemólogos popperianos e kuhnianos – os quais são das ciências físico-químicas e não da biologia. Alguns sujeitos que corroboram com esta demarcação ainda reforçam a importância da investigação, da experimentação e da formulação de hipóteses pela biologia para ser considerada ciência (L3; L4; L7; L8; L9; L14; L17; L19 e L20).

Essas reflexões sobre a própria atividade científica revelam, por meio desta compreensão, uma concepção herdada da ciência, explicada por Rivero e Wamba (2011, p.12) como sendo o pensamento “no qual a ciência é um conhecimento teórico que se obtém basicamente mediante o método científico hipotético-dedutivo a partir da experimentação”. Desta forma, é notório que a concepção herdada estabelece relação com o caráter empírico, uma vez que o conhecimento está no objeto e o sujeito, para conhecê-lo, necessita da experimentação. Todavia, vale ressaltar que outras concepções sobre a natureza da ciência se fizeram presentes nos diálogos com licenciados, como em L17, que mesmo concebendo a necessidade de uma



atividade experimental para a biologia ser demarcada como ciência, também afirma existir diferença entre o modo de fazer ciência nas Ciências Biológicas em relação às ciências físico-químicas.

Desta forma, perante os dizeres analisados de L17, é como se a biologia possuísse abordagens distintas: uma descritiva, como a evolucionista e outra experimental, tal como ocorre nas divisões de áreas de estudo da biologia. No entanto, teria a biologia se tornado uma ciência de maior prestígio apenas por conta da experimentação, como ocorreu na genética? Mayr (2008, p.52) explica que no berço da Revolução Científica, o “experimento era tão valorizado [...] que chegou a ser tratado como se fosse o *único* método científico válido”. Dessa forma, naquele momento histórico já se tinham as ciências experimentais e as não-experimentais, sendo essas últimas concebidas como ciências descritivas, e, por isso, pejorativas, uma vez que não traziam o experimento para o cerne de suas teorias. Todavia, o autor argumenta que toda ciência é descritiva em seu início.

É válido ressaltar, antes de tecer as considerações sobre as respostas dos licenciandos, que muitos ao tentarem responder os questionamentos da entrevista manifestaram que não sabiam discutir o assunto. Isto pode ser justificado pelo pouco estudo e compreensão da epistemologia da biologia na trajetória formativa. Afinal, em uma leitura analítica do currículo do curso constatou-se que a discussão epistemológica está restrita a componente curricular de metodologias de pesquisa, ou seja, sendo um tema de grande relevância para o curso, mas considerado periférico em sua constituição devido a sua pontualidade e pouca interlocução com as demais componentes. Por isto, diversos licenciando não tiveram contato com epistemólogos da biologia como Ernst Mayr, François Jacob, Claus Emmeche, Charbel El-Hani, Maturana e Varela, entre outros internacionais e nacionais, que discutem o processo da construção do conhecimento biológico e da consolidação da biologia enquanto ciência.

Ao analisarmos a explanação dos licenciandos acerca do objeto de estudo da biologia, a vida, observamos que a maioria afirmou que durante a trajetória do curso já havia sido discutido algo em componentes como Instrumentação para o Ensino de Ciências, Zoologia de Invertebrados I e II e de Cordados, Sistemática Vegetal, Entomologia, Introdução ao curso de Ciências Biológicas e de História, Filosofia e Metodologia de Pesquisa em Ciências, mesmo que em análise documental do PPCB as ementas e programas não tenham indicado de modo direto este fenômeno. Desta forma, a citação dessas componentes surpreendeu pelo fato de o fenômeno vida, ao que tudo indica, ser trabalhado por meio de uma abordagem indireta, configurando um currículo oculto⁹.

Na componente de Instrumentação para o Ensino de Ciências, os graduandos L1 e L20 explanaram em suas respostas que a caracterização do objeto de estudo se dá por meio da inter-relação entre as diversas áreas da Biologia. Porém, nenhum dos dois chegou a mencionar como era essa inter-relação e por meio de qual conceito que era estabelecida. Talvez, seria esta componente então um espaço profícuo para estabelecer mais discussões do fenômeno vida como conceito estruturante que integra as áreas da biologia.

Perante as componentes analisadas no PPCB, que revelam uma perspectiva de abordagem indireta do fenômeno vida, uma consequência constatada nas respostas de graduandos foi a grande dificuldade de compreender os subsídios que permitem diferenciar os seres vivos de não

⁹ Por currículo oculto entendemos as escolhas que não são planejadas a priori devido a pertinência de um tema importante que se desdobra perante o momento e a oportunidade que traz à tona a aprendizagem de determinados conteúdos como efeito colateral (SACRISTÁN, 1998).



vivos, através das diversas problemáticas áreas de estudo.

Ainda vale ressaltar que, para aqueles licenciandos que não conseguiram caracterizar profundamente o objeto de estudo da biologia, utilizando-se ferramentas conceituais, a explanação limitou-se apenas na etimologia da palavra, algo bastante recorrente em livros didáticos e até mesmo em discursos de professores de educação básica. Isto reforça como a trajetória formativa proporcionada pelo curso é influenciada também pelos discursos dos professores pesquisadores dessas componentes, uma vez que são estes que continuam perpetuando a formação dessa compreensão estrita sobre o fenômeno vida.

Seguindo a linha de raciocínio sobre a indagação aos licenciandos sobre as concepções acerca de conceitos como o de organismo, ser vivo e vida foi possível tabular dados extraídos das transcrições das respostas com a intenção de analisar a mobilização de conhecimentos biológicos desenvolvidos e construídos ao longo da trajetória formativa. Com isto, esperou-se identificar também possíveis elementos de componentes curriculares que contribuíssem para esse pensamento expresso. A questão na entrevista foi proposta da seguinte forma: “Considerando o que você tem estudado no curso de Ciências Biológicas, como você conceitua: O que é um organismo?; O que é um ser vivo?; O que é vida?”, sendo as respostas descritas no quadro 1 por meio de uma análise interpretativa dos sentidos e significados.

Quadro 1 Conceitos sobre Organismo; Ser vivo e Vida

OBJETO	SENTIDO	SIGNIFICADO	SUJEITOS
Organismo	ORGANIZAÇÃO	Organização de moléculas	L20; L18; L17; L16; L15; L9; L8; L5; L3
	FORMA	Forma de vida	L20; L19; L10; L8; L7; L3
	METABOLISMO	Aquele que possui metabolismo próprio	L20; L15; L14; L5; L3; L1
	CONCEITO	É uma denominação para algo que se esteja referindo, vivo ou não.	L13; L12;
	CONJUNTO	Conjunto de células que interagem e se adaptam	L6; L4; L2
Ser vivo	INTERAÇÃO	Capacidade de interação e de reprodução	L20; L18; L15; L9; L8; L7; L5; L4; L1
	METABOLISMO	Aquele que possui metabolismo próprio	L20; L20; L19; L16; L15; L14; L11; L9; L8; L6; L5; L4; L3; L2; L1
	ENERGIA	Capacidade de extrair energia do meio	L18; L15;
	ADAPTAÇÃO	Capacidade de se adaptar ao meio	L18; L15; L5; L4; L3; L1
	ORGANIZAÇÃO	É aquele que possui uma organização específica para o fenômeno vida.	L17; L15; L13; L5; L3
Vida	INTERAÇÃO	Capacidade de interação e de reprodução	L20; L20; L17; L16; L10; L7; L5; L1
	TEMPO	Conceito de estar vivo em um dado intervalo de tempo (nascimento – morte)	L20; L19; L18; L11; L9; L6; L4; L3; L2
	CICLO	Compreende um ciclo	L4
	PROCESSO	Processo físico-químico que realiza metabolismo	L14; L13; L8; L5; L3; L1
	HOMEOSTASE	Sistema fisiológico de interconexões	L20;



		que busca a homeostase	
	TERMODINÂMICA	É um sistema termodinâmico	L17;
	EVOLUÇÃO	É a capacidade de evoluir por leis darwinianas	L17; L16; L15; L14; L1
	INFORMAÇÃO	É a capacidade de manifestar a informação	L17; L10

FONTE: dados da pesquisa.

Este quadro engloba uma complexidade que respalda o objeto de estudo da Biologia. Neste processo analítico foram extraídos os sentidos e significados para cada objeto indagado. Os objetos *organismo*, *ser vivo* e *vida* possuem intersecções através de significados correspondentes. Desta forma, podemos inferir, perante a trajetória formativa dos alunos, que a organização, a interação, o metabolismo e a evolução são conceitos-chave e de suma importância para a caracterização do fenômeno vida, uma vez que a maioria dos alunos apontaram em seus discursos esses conceitos.

Em *organismo* podemos observar a predominância de correntes de pensamento voltadas para uma ferramenta conceitual autopoiética (MATURANA; VARELA, 1998), uma vez que está centrada nas unidades que se aproximam do metabolismo para manter a organização e as formas de vida em maior ou menor nível de complexidade. E nesse mesmo modo de conceber se insere o objeto *ser vivo*, de forma que este se mantém através da energia consumida para manter a organização e também conseguir se adaptar ao meio e aos recursos disponíveis.

O último objeto, *vida*, ela também pode fazer referência ao sistema autopoiético, mas ela valoriza também outras abordagens por meio da informação, da evolução e da interação. Neste caso, podemos falar de seleção natural de replicadores (DAWKINS, 1979) e também a seleção autônoma com evolução aberta (EMMECHE; EL-HANI, 2000), uma vez que pelos significados a vida tem a capacidade de estabelecer novas relações e interações com o ambiente e adaptar-se às diversas situações.

Desta forma, ao identificarmos traços sutis epistemológicos de concepções de vida nos graduandos, é perceptível que os discursos dos professores pesquisadores têm influenciado nas reflexões acerca do que é vida. Afinal, as componentes ao trabalharem diversos conteúdos que demandam compreensões acerca do que é metabolismo, homeostase, como atua a termodinâmica nos seres vivos, mesmo que o fenômeno vida não tenha sido discutido e trabalhado diretamente, essa trajetória formativa contribuiu para que esses sujeitos investigados extrapolassem às clássicas concepções de vida como a de ciclo vital – que foi citada por L4.

Considerações finais

O objetivo inicial deste texto foi de mostrar o percurso, a estratégia investigativa e de análise, para responder as questões sobre como o fenômeno vida é abordado no curso de Ciências Biológicas; quais formas de pensamento sobre o fenômeno vida foram identificadas nos licenciandos investigados; e quais perspectivas foram apontadas por meio de interpretações dos dados para se trabalhar o fenômeno vida de modo holístico e integrado.

Foi defendido neste trabalho a ideia central de que o fenômeno vida tem potencial para ser ferramenta integradora dos conhecimentos biológicos para a formação de novos professores pesquisadores da biologia por meio de debates epistemológicos. A partir desta, a fundamentação teórica forneceu subsídios para concluir que a vida é o objeto de estudo da biologia e que deve ser caracterizado para além das listas de propriedades, uma vez que a



epistemologia da biologia permite extrapolar estas para o domínio dos campos conceituais por meio de narrativas históricas.

Em suma, encontramos pontos de convergência entre currículo e licenciandos. A análise do currículo é respaldada pelas concepções de graduandos e estas referenciam saberes docentes de professores designados às componentes curriculares. Porém, ao que tudo indica, os professores responsáveis pelas ementas e programas disciplinares são sujeitos solitários, os quais não estabelecem trocas entre pares para o cumprimento de um objetivo de formação integrada pelo projeto político pedagógico do curso.

Sendo assim, o caso do curso de Ciências Biológicas de universidade pública investigado aponta para uma promoção da formação de conceitos e definições sobre vida ainda fragmentados, de modo a não reconhecer este fenômeno como seu objeto de estudo e tão o pouco o vê como conceito polissêmico e integrador que favorece um estudo holístico.

Mas, isto não quer dizer que a vida não seja relevante para as componentes curriculares deste curso. Para o currículo e os sujeitos entrevistados o fenômeno vida continua tendo potencial, no entanto, para aproximar esta compreensão à prática, são necessários aproximações aos debates epistemológicos nas formações continuadas de professores pesquisadores envolvidos na organização curricular e nas componentes, para repensar as formas de atuação e integração do conhecimento biológico na formação de novos professores pesquisadores de ciências e biologia.

Agradecimentos e apoios

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, por ter subsidiado bolsa durante a execução do curso de doutoramento no período de desenvolvimento do presente estudo.

Referências

DAWKINS, Richard. **O gene egoísta**. Belo Horizonte: Editora Itatiaia EDUSP, 1979.

EMMECHE, Claus; EL-HANI, Charbel Niño. Definindo vida. Em: EL-HANI, Charbel Niño; EMMECHE, Claus. Defining life as a semiotic phenomenon. **Cybernetics & Human Knowing**, 2002.

FERREIRA, Marcia Serra; SELLES, Sandra Escovedo. Entrelaçamentos históricos das Ciências Biológicas com a disciplina escolar: Biologia: investigando a versão azul do BSCS. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, 2005, Bauru. **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação Ciências, 2005.

FLICK, Uwe. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2º ed., 2011.

JABLONKA, Eva; LAMB, Marion J. **Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história da vida**. Traduzido por: Claudio Angelo. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

JACOB, François. **A lógica da vida: uma história da hereditariedade**. Traduzido por Ângela Loureiro de Souza. Rio de Janeiro: Graal, 1983.



LOVELOCK, James E. A Terra como um organismo vivo, in: WILSON, E.O. (org). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.

LUIZI, Peter Luigi., **The Emergence of Life: From Chemical Origins to Synthetic Biology**. Cambridge, University Press, 2007.

MARGULIS, Lynn. & SAGAN, Dorion. **O que é vida?** Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

MATURANA, Humberto & VARELA, Francisco. **De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: La organización de los vivos**. Santiago del Chile: Editorial Universitária, 5ed, 1998.

MAYR, Ernst. **Isto é Biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2008.

MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida. Conceitos de gene: construção histórico-epistemológica e percepções de professores do ensino superior. **Investigações em Ensino de Ciências**, V16(2), pp. 201-222, 2011.

RIVERO, Ana; Ana María WAMBA. Naturaleza de la ciencia u construcción del conocimiento científico. La naturaleza de la ciencia como objetivo de enseñanza In: CAÑAL, Pedro. **Biología y geología de formación disciplinar**. Barcelona: Editorial Graó, 2011.

RODRIGUES, Jéssica Laguilio ; CORAZZA, Maria Júlia. Formações discursivas sobre o fenômeno da vida: conceitos polissêmicos. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)** , v. 12, p. 244-258, 2019.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.