

Concepções filosóficas de vida: contribuições ao ensino da teoria celular

Elda Cristina Carneiro da Silva ‡

Joanez Aparecida Aires §

Resumo: O processo de construção da teoria celular foi diretamente influenciado por concepções filosóficas acerca do fenômeno vida e permeado de questionamentos e controvérsias decorrentes destas correntes de pensamento. Por tratar o conteúdo de forma descontextualizada e linear, os livros didáticos de Biologia brasileiros reforçam concepções dogmáticas sobre a ciência, as quais podem ser enfrentadas por meio da abordagem histórico-filosófica da ciência. Com este artigo, buscamos fornecer ao professor da educação básica subsídios teóricos sobre o contexto filosófico presente na elaboração da teoria celular, o qual pode revelar diversos aspectos sobre a natureza da ciência que colaboram para o enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência e, conseqüentemente ajudam no desenvolvimento do pensamento crítico, fundamental para a formação de um cidadão diferenciado, consciente das relações entre a ciência e sociedade.

Palavras-chave: educação em biologia; natureza da ciência; contexto filosófico; teoria celular

Philosophical conceptions of life: contributions to the teaching of the cellular theory

Abstract: The process of constructing the cellular theory was directly influenced by philosophical conceptions about the phenomena of life and per-

‡ Estudante de doutorado no Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática/UFPR. Av. Cel. Francisco Heráclito dos Santos, 210, Jardim das Américas, Curitiba – PR, CEP: 81.531-980 – Caixa Postal 19032.

§ Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática/UFPR. Av. Cel. Francisco Heráclito dos Santos, 210, Jardim das Américas, Curitiba – PR, CEP: 81.531-980 – Caixa Postal 19032.

meated by controversies which arose from different ways of thought. Dealing with the subject in a decontextualized and linear way, Brazilian biology textbooks reinforce dogmatic conceptions about science, which can be faced through the historical-philosophical approach of science. In this article, we seek to provide to the basic education teacher, theoretical subsidies related to the philosophical context concerning the cellular theory, which can reveal several aspects about nature of science in order to avoid deformed views on science and, consequently, help in the development of critical thinking, essential to the education of a differentiated citizen, conscious of the relationships between science and society.

Keywords: biology education; nature of science; philosophical context; cell theory

1 INTRODUÇÃO

Visões dogmáticas sobre a ciência, fruto da concepção hegemônica empirista da ciência proposta por Francis Bacon no século XVII, podem ser enfrentadas no ensino de Biologia por meio da abordagem histórico-filosófica da ciência (Prestes & Tavares, 2012; Silva & Aires, 2016; Damásio & Peduzzi, 2017; Boaro & Massoni, 2018). Além de contribuir para a aprendizagem dos conteúdos biológicos, esta abordagem tem o potencial de gerar reflexos positivos na vida do estudante, pois uma das consequências possíveis dos estudos sobre a ciência como produto dinâmico do conhecimento humano é o desenvolvimento do pensamento crítico, fundamental para a formação de um cidadão diferenciado, consciente das relações entre a ciência e sociedade (Silva, 2014).

Ao analisar as concepções a respeito da natureza da ciência¹ apresentadas nos livros didáticos de biologia do PNLD/2012 e em livros universitários usados como referência para estes quando abordam a teoria celular, constatou-se (Silva, 2014) uma predominância das categorias referentes às visões deformadas sobre ciência² em relação às

¹ Nossa posição quanto ao significado da expressão *natureza da ciência* está alinhada com a de Moura (2014), o qual afirma que natureza da Ciência envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência.

² Os termos “visões deformadas” ou “deformações” da ciência foram cunhados por Gil Pérez *et al.* (2001) e Cachapuz *et al.* (2005) para caracterizar tipos de concepções

categorias de enfrentamento. Nos livros do PNLD, aquelas representaram 65,2% das *unidades de análise*, contra 34,8% destas. Na amostra de livros universitários foram evidenciadas frequências muito próximas entre as categorias que expressam visões deformadas sobre a ciência (51,9%) e categorias relativas ao enfrentamento destas visões (48,1%), o que não se reflete nos livros da educação básica.

Quando se compara os critérios de avaliação dos livros didáticos em termos da construção do conhecimento científico presentes no PNLEM/2009 e no PNLD/2012, constata-se que estes critérios são mais amplos e variados na primeira avaliação (Silva, 2014). Nas edições do PNLD/2015 e PNLD/2018, apesar de verificamos a mesma tendência de redução dos critérios, ainda é possível identificar uma proposta de avaliação que considera a busca pela superação de visões deformadas sobre a ciência (Brasil, 2014; Brasil, 2017).

De qualquer forma, argumentamos que para resolver tal problema pode não ser suficiente apenas o estabelecimento de critérios de avaliação dos livros didáticos, no sentido de valorizar algumas questões epistemológicas relativas às discussões atuais sobre a construção do conhecimento científico. Trazemos tal argumento tendo por base uma pesquisa com os livros didáticos de Biologia aprovados pelo PNLD/2015, na qual Pinheiro (2018) constatou que a construção do conceito de célula é apresentada por meio de uma visão ontológico-mecanicista da Biologia, e de uma visão epistemológica na qual o método científico é reconhecido como empírico-indutivista numa visão rígida, linear e individualista da ciência³.

No presente artigo, faremos referência direta a uma das categorias de análise utilizadas no estudo supracitado de Silva (2014), relativa à visão descontextualizada da ciência⁴. Segundo esta concepção, o tra-

epistemológicas acerca da natureza da ciência que muito se distanciam da forma pela qual se constroem os conhecimentos científicos. Estes referenciais teóricos foram adotados na pesquisa realizada por Silva (2014) para a elaboração das categorias de análise dos livros didáticos de Biologia.

³ Um estudo sobre as concepções acerca a natureza da ciência que constam nos livros de Biologia aprovados pelo PNLD/2018 e nas competências e/ou habilidades da BNCC para o novo ensino médio se fazem necessárias para uma análise mais robusta da abordagem histórico-filosófica da ciência no ensino de Biologia.

⁴ Categoria de análise intitulada “Ciência não influenciada por fatores externos”.

balho científico é apresentado fora do seu contexto histórico, filosófico, social, político, cultural, econômico de produção, no qual a tecnologia é considerada uma mera aplicação dos conhecimentos científicos (Cachapuz, 2005; Silva, 2014).

Verificou que os livros reforçam a *visão descontextualizada* da ciência por omissão⁵ e se observou que, mesmo nos livros didáticos em que ocorre o enfrentamento desta concepção, apresentando interferências de fatores externos, não há referência a todos os contextos que influenciaram as ideias dos cientistas envolvidos no processo de construção da teoria celular. As referências encontradas na análise são relativas a aspectos sociais e históricos (Silva, 2014).

No entanto, estudos de fontes primárias e narrativas especializadas sobre o tema mostram que concepções filosóficas interferiram direta ou indiretamente no pensamento científico dos pesquisadores que buscavam explicações para a vida e para a unidade estrutural comum a todos os seres vivos (Canguilhem, 2012; Capra, 1997; Jacob, 1983; Mayr, 1998; Mayr, 2008).

Dessa forma, acreditamos que a inclusão do contexto filosófico tem o potencial de enriquecer o ensino da teoria celular na educação básica ao preencher uma lacuna existente na apresentação deste conteúdo nos livros didáticos, uma vez que estes são considerados um dos principais recursos didáticos no processo de ensino-aprendizagem (Megid Neto & Fracalanza, 2003; Cassab, 2012).

Indiretamente, com este estudo, colaboramos com o enfrentamento de outra concepção distorcida da ciência, a visão cumulativa, de crescimento linear (Cachapuz, *et. al*, 2005), na qual não se consideram os processos de questionamentos, mudanças e controvérsias na produção do conhecimento.

Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo fornecer colaborações à educação em biologia por meio da abordagem histórico-filosófica da ciência, apresentando um texto de apoio ao professor, o qual contempla uma visão geral das concepções filosóficas que con-

⁵ Segundo Cachapuz *et al.* (2005), as visões deformadas sobre a ciência costumam ser transmitidas pela educação científica por ação ou omissão.

tribuíram para o contexto de construção desta teoria, fundamental para estruturação do pensamento biológico.

2 HISTÓRIA, FILOSOFIA E CIÊNCIA NA TEORIA CELULAR

Georges Canguilhem, médico, filósofo e epistemólogo francês, na sua obra intitulada *La connaissance de la vie* (“O conhecimento da vida”), publicada em 1952, apresenta algumas reflexões e críticas sobre a história da ciência e a relação da ciência com a filosofia. Para delinear suas concepções, utiliza o processo de construção da teoria celular a partir de um questionamento filosófico sobre o caráter da ciência biologia, indagando se esta seria racional ou experimental. Nas palavras de Canguilhem:

[...] São os olhos da razão que veem as ondas luminosas, mas parece que são os olhos, órgãos dos sentidos, que identificam as células de um corte vegetal [...] o microscópio é mais o prolongamento da inteligência do que o prolongamento da vista. Ademais, a teoria celular não é a afirmação de que o ser se compõe de células, mas, em primeiro lugar, de que a célula é o *único* componente de *todos* os seres vivos; e em seguida que toda célula provém de uma célula preexistente. Ora, não é o microscópio que autoriza a dizê-lo. O microscópio é, no máximo, um dos meios de verificá-lo quando o dizemos. Mas de onde veio a ideia de dizê-lo antes de verificá-lo? É aqui que a história da formação do conceito de *célula* tem sua importância. (Canguilhem, 2012, pp. 44-45, grifos do autor)

A compreensão da teoria celular requer conceber a construção do conceito de célula como resposta a questões que permeavam as pesquisas biológicas no século XIX, como “o que é a vida?” e “qual a unidade estrutural básica que compunha os seres vivos?”. Foi necessário muito mais que a ciência para responder a estas questões. As concepções filosóficas influenciaram fortemente a construção desta teoria.

Ao analisarmos os eventos associados ao processo de construção da teoria celular, é possível constatar que, ao longo do tempo, ocorreram mudanças nas ideias que influenciaram a forma como os cientistas concebiam as propriedades e funções dos organismos vivos, o

que conseqüentemente contribuiu para a elaboração do conceito de célula e da própria teoria celular. Essas ideias estiveram permeadas pelas concepções filosóficas e pelo contexto histórico, social e cultural de cada época em que viveram estes pesquisadores, caracterizando aspectos que contribuem para o caráter dinâmico e provisório da ciência.

Neste artigo daremos destaque ao contexto filosófico. A seguir apresentamos as correntes filosóficas envolvidas no processo de construção da teoria celular, sob o enfoque de alguns autores que procuraram compreender a teoria nessa perspectiva.

2.1 A dicotomia vitalismo x mecanicismo

Consideramos que além dos aspectos sociais e históricos, aspectos filosóficos podem ser utilizados para o enfrentamento da visão descontextualizada da ciência e da visão cumulativa, de crescimento linear, uma vez que diferentes correntes de pensamento filosófico influenciaram as ideias, questionamentos e controvérsias envolvidas no desenvolvimento da teoria celular.

Ernst Mayr, biólogo evolucionista e historiador da ciência alemão, escreveu amplamente sobre os diversos modos pelos quais as ideias da biologia foram afetadas pelas correntes dominantes do pensamento ocidental, de forma que será um importante referencial, em especial para a elucidação dos princípios orientadores das correntes filosóficas vitalista, mecanicista e organicista, importantes para a compreensão da questão central deste capítulo. Ainda que não tenha se dedicado diretamente ao estudo da teoria celular, Mayr apresenta importantes reflexões filosóficas sobre as ciências da vida.

No século XIX, época em que foi proposta a teoria celular, atribuída a Matthias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882), havia a disputa entre as concepções vitalista e mecanicista acerca da escolha de um único modelo para a compreensão da natureza viva. Logo, segundo Maria Elice Brzezinsky Prestes “não bastava explicar a célula. Era preciso enquadrá-la numa concepção mais ampla da própria vida” (Prestes, 1997, p. 37).

Sobre as interpretações a respeito do fenômeno da vida, fundamentais para a compreensão da célula, Mayr relata que desde os tempos dos epicuristas e de Aristóteles até as primeiras décadas do século

XX, vitalismo e mecanicismo apresentaram-se como duas correntes filosóficas opostas (Mayr, 1998, p. 70).

Mais recentemente, Mayr retoma a discussão sobre o que significa vida e esclarece que:

Quando os biólogos e filósofos falam da *vida*, no entanto, eles não estão se referindo à vida (quer dizer, ao viver), em oposição à morte, e sim da vida em oposição à falta dela em um objeto inanimado. Elucidar a natureza dessa entidade chamada *vida* tem sido um dos principais objetivos da biologia. O problema aqui é que *vida* remete a alguma *coisa* – uma substância ou uma força – e, durante séculos, os filósofos e os biólogos, tentaram, em vão, identificar essa força ou substância vital. (Mayr, 2008, p. 20, grifos do autor)

Mayr reforça que desde o século XVI as discussões sobre o que é vida e como explicar os processos vivos têm sido objeto de controvérsias e que em certos períodos da história e centros intelectuais, os mecanicistas (mais tarde chamados fisicalistas) pareciam prevalecer, e em outros períodos e locais as ideias vitalistas pareciam vencer o debate.

Especificamente no século XIX, época em que foi proposta a teoria celular, Fritjof Capra comenta que a concepção mecanicista da vida estava estabelecida como uma firme doutrina entre os biólogos, contribuindo para avanços consideráveis na biologia, tais como a teoria celular, embriologia e microbiologia. Estes novos conhecimentos apoiaram fortemente a biologia na física e na química, levando os cientistas a procurarem explicações físico-químicas das propriedades e funções dos organismos vivos (Capra 1997, p. 36).

Segundo Mayr, muitos mecanicistas do século XVII e XVIII não faziam uma distinção significativa entre uma pedra e um organismo vivo (Mayr, 1998, p. 70). François Jacob também apresenta esta semelhança estabelecida de acordo com a visão mecânica do século XVIII, ao esclarecer que “partículas vivas e moléculas orgânicas representavam apenas o meio de encontrar nos corpos vivos a natureza descontínua da matéria e de ordenar o mundo dos seres como o das coisas” (Jacob, 1983, p. 118).

Mayr afirma que alguns biólogos⁶, para explicar os processos vitais, invocaram a força materialista invisível (*vis viva*) postulada por muitos dos seguidores de Newton (Mayr, 1998, p. 70)). No entanto, outros autores⁷ posteriores acreditavam que esta força vital não obedecia às leis da química e da física, dando continuidade à escola vitalista, a qual reivindicava, de acordo com Mayr que os organismos vivos possuíam propriedades que não poderiam ser encontradas na matéria inerte e que, portanto, conceitos e teorias biológicas não poderiam ser reduzidos às leis da física e da química (Mayr, 2008).

No contexto da teoria celular, no entanto, existe, segundo Michel Paty, outro tipo de redução relacionada ao fenômeno da vida, o qual esclarece: “Se a teoria celular se constituiu contra o reducionismo físico-químico, ela opera, entretanto, uma redução propriamente biológica dos organismos à célula elementar” (Paty, 1995, p. 59).

Em relação ao vitalismo, dado o longo período de influência desta concepção nas ideias biológicas, torna-se oportuno mais alguns esclarecimentos sobre esta corrente filosófica.

Mayr defende que desde que emergiu no século XVII, o vitalismo foi um contramovimento, uma revolta contra a filosofia da revolução científica e contra o fisicalismo. Porém, as explicações vitalistas eram duvidosas e pouco convincentes, pois não havia uma teoria coesa. Em relação ao protoplasma, por exemplo, encontramos concepções mecanicistas também aceitas como explicação sobre as propriedades celulares dos organismos vivos e suas funções, sem invocar a ideia de força vital, como fizeram os vitalistas (Mayr, 2008, p. 29)

O biólogo mecanicista Wilhelm Roux (1850-1924)⁸ apresentou também uma explicação. Para ele, a formação do organismo “é resultado direto da luta entre as suas partes constituintes: moléculas, células, tecidos e órgãos” (Frezzatti Jr., 2003, p. 455). O autor acrescenta

⁶ No texto original, Mayr não faz referência a esses biólogos. Posteriormente, se refere a Johann Friedrich Blumenbach, zoólogo alemão do século XVIII.

⁷ Também não há referência, mas é possível verificar em outros textos, nomes como Johannes Müller e Xavier Bichat.

⁸ Na obra *Der Kampf der Teile im Organismus* (“Luta seletiva das partes do organismo”) publicada em 1881.

que a luta entre as partes é um processo mecânico originado na assimilação de moléculas pelas células, constituindo o protoplasma.

A partir da segunda metade do século XVII, podemos mencionar alguns exemplos destas tentativas de explicar o mundo orgânico, descritos por Mayr (2008, p. 30). Nessa época em que o agente vital foi caracterizado como um fluido, o qual foi substituído progressivamente pelo conceito de *força vital*. Nesse contexto, vários cientistas são considerados representantes do vitalismo, tais como Johannes Müller (1801-1858), fisiologista alemão adepto da *força vital* como explicação das manifestações da vida, o qual teve Schleiden e Schwann como discípulos e também o anatomista e fisiologista francês Xavier Bichat (1771-1802), o qual, na busca de uma estrutura básica comum aos seres vivos definiu o *tecido* como o componente elementar dos corpos vivos.

Segundo Michel Paty, “o vitalismo exprimia a necessidade de considerar as características próprias do ser vivo, sua irreducibilidade ao mecanicismo” (Paty, 1995, p. 58). Numa reflexão sobre uma dicotomia existente na concepção vitalista no contexto da teoria celular, o autor afirma que:

[...] o defeito do vitalismo era considerar que o ser vivo, ao mesmo tempo que se inseria no mundo físico, constituía uma exceção a suas leis; e, por outro lado enunciar suas exigências em forma de restrições ou obstáculos, que caberia à teoria celular superar – a vida como totalidade indivisível e como continuidade, enquanto que, ao contrário, é a cada parte, a cada célula que a teoria celular atribui as propriedades do ser vivo. (Paty, 1995, p. 58)

Mayr (2008, p. 33) procura explicar o fato de ser surpreendente a duração do vitalismo e sua vasta aceitação na biologia, tendo em vista as muitas fragilidades e contradições desta doutrina, ao afirmar que na época não existia nenhuma alternativa à teoria reducionista da vida como máquina e, ainda, que o vitalismo possuía o apoio de várias ideologias dominantes, como a *teleologia*⁹. O autor salienta que na Alemanha, Immanuel Kant (1724-1804) teve uma forte influência

⁹ Visão de mundo finalista que prevalecia antes de Darwin, baseada na ideia de objetivo, de propósito na natureza (Mayr, 2005, p. 55).

sobre o vitalismo, especialmente na escola do *teleomecanicismo*¹⁰. Entretanto, Schwann e Schleiden, embora influenciados inicialmente pelo contexto vitalista como seguidores de Johannes Peter Müller (1801-1858), não admitiram a existência da *força vital* na proposição da teoria celular e realizaram suas pesquisas seguindo o pensamento mecanicista (Mayr, 1998).

Schwann deixou registrado em seu livro *Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Thiere und Pflanzen* (“Pesquisas microscópicas sobre a analogia da estrutura e do desenvolvimento entre as plantas e animais”), publicado em 1839, que suas ideias basearam-se na contribuição de Schleiden sobre o processo de formação das células, onde relatou ter observado o mesmo fenômeno em tecidos embrionários, como a cartilagem e o tecido nervoso, em fibras musculares e vasos capilares (Schwann, 1847; Mayr, 1998). Schwann afirmava que “o processo de formação das células de plantas é claramente explicado pela pesquisa de Schleiden e parece ser o mesmo em todas as células vegetais” (Schwann 1847, p. 163)

Nesse contexto, tendo como base estudos embriológicos com a célula-ovo, Schwann reduziu a concepção do organismo à célula, nela localizando a base das funções vitais, sendo, portanto, um reducionismo de propriedades e não uma redução físico-química, conforme relatado pelo próprio pesquisador:

[...] se constatamos que algumas dessas partes elementares [...] são capazes de se separar do organismo e que seguem um crescimento independente, podemos então concluir que cada parte elementar, cada célula, possui um poder próprio, uma vida independente, através da qual seria capacitada a desenvolver-se independentemente, desde que as relações com o exterior fossem semelhantes às que encontra no organismo. A célula-ovo dos animais nos fornece o exemplo de tais células independentes, crescendo à parte no organismo. (Schwann, 1847, p. 192)

De acordo com Prestes, Schwann respondeu ao debate vitalismo x mecanicismo explicando que a diferença entre o orgânico e o

¹⁰ Tentativa de explicar os processos fisiológicos mecanicamente (Mayr, 2008, p. 29).

inorgânico é a forma de organização das suas partes, o que mostra a oscilação do pensamento da época entre as duas concepções sobre a explicação do fenômeno vida (Prestes, 1997, p. 54). Nas palavras de Schwann:

As partes elementares dos tecidos são formadas por células de modalidade semelhantes, se bem que muito diversificadas; de modo que se pode dizer que existe um princípio universal de desenvolvimento para as partes elementares dos organismos e que este princípio é a formação das células. (Schwann, 1847, p. 165)

A teoria celular rejeitava em parte, segundo Jacob, uma das exigências fundamentais do vitalismo: a totalidade indivisível, a ideia da continuidade, segundo a qual a vida permaneceria inacessível à análise. Jacob esclarece que, para Bichat, esta continuidade se dava na textura dos tecidos e, para Oken, numa fusão de células, denominada *massa infusória* (Jacob, 1983, p. 124)

Schwann discordava exatamente dessas ideias vitalistas de totalidade e continuidade e considerava que “a causa da nutrição e do crescimento, reside não só na totalidade do organismo, mas em suas partes elementares, as células” (Schwann, 1847, p. 15).

Da mesma forma que teve ampla e rápida aceitação na biologia, o declínio da concepção vitalista, por volta de 1920, segundo Mayr (1998; 2008), ocorreu de forma veloz devido a fatores como: a inexistência de um método para testar a afirmação dogmática de uma força vital e o esclarecimento dos processos fisiológicos a partir de explicações físico-químicas em nível celular e molecular, tornando supérflua qualquer interpretação vitalista.

Mayr comenta a respeito da crítica dos fisicalistas sobre o fato de que o vitalismo teria sido simplesmente um impedimento ao desenvolvimento da biologia e que também teria transferido os fenômenos da vida para o campo da metafísica. O autor posiciona-se contrário à generalização de tais argumentos, especialmente quando direcionado a Müller, o qual foi capaz de articular os aspectos da vida que os fisi-

calistas não conseguiram elucidar¹¹ e defende que mesmo as explicações de Müller não tenham sido válidas, elas suscitaram problemas a serem resolvidos¹². Defende, portanto, que “o vitalismo foi um movimento necessário para demonstrar a vacuidade do fisicalismo raso na tentativa de explicar a vida” (Mayr, 2008, p. 36).

Jacob também compartilha da ideia sobre a importância do vitalismo nos primórdios da biologia ao afirmar que “o recurso a um princípio vital decorre da própria atitude da biologia, da necessidade de separar os seres das coisas e de fundar esta separação não na matéria, cuja unidade é reconhecida, mas nas forças” (Jacob, 1983, p. 99). Antes, porém, da sua derrocada, o vitalismo foi uma concepção recorrente nas ideias dos cientistas.

No contexto da teoria celular, o médico alemão Rudolf Virchow (1821-1902), após defender o mecanicismo nos seus escritos iniciais e rejeitar o conceito de força vital, converteu o seu mecanicismo num neovitalismo ao iniciar sua obra *Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Genebelehre* (“Patologia Celular”), publicada em 1858. Segundo Canguilhem (2012), Virchow, autor do aforismo *Omnis cellula e cellula*¹³ passou, em geral, por um mecanicista convicto. No entanto, esta afirmação sugere uma declaração vitalista.

É possível constatar tal ambiguidade na concepção de vida expressa por Virchow. Marco Steinert (2008) comenta que em algumas ocasiões, o médico rejeitava o mecanicismo, em outras o defendia. Utilizava o conceito de força vital de uma forma diferente da que os vitalistas empregavam, numa perspectiva de força mecânica condicionada pelas afinidades dos elementos químicos-orgânicos, o que levou Schleiden a criticá-lo sobre tal imprecisão linguística e o que nos leva a constatar mais um exemplo da dinamicidade e plasticidade das formas de pensamento na época¹⁴.

¹¹ Segundo Mayr, o conceito de força vital de Müller estava mais próximo do conceito de um programa genético do que as explicações fisicalistas dos seus alunos.

¹² Muitos dos argumentos antecipados pelos vitalistas pretendiam explicar características específicas dos organismos que hoje são explicadas pela programação genética.

¹³ “Toda célula deriva de uma célula anterior”.

¹⁴ O próprio Schleiden mudou a concepção filosófica vitalista na qual teve sua formação para uma concepção mecanicista acerca dos processos vitais.

2.2 A emergência do organicismo

Para compreendermos de que forma a unidade estrutural dos seres vivos passou a ser a célula, e, conseqüentemente, a teoria celular foi sendo consolidada, bem como pontuarmos o que se considerava a respeito da composição dos seres vivos antes desta teoria, apresentamos alguns esclarecimentos sobre a organização dos seres vivos.

No pano de fundo da rivalidade entre as correntes filosóficas vitalista e mecanicista, emerge, no século XVIII, a ideia de organização, assim delineada por Jacob:

Na segunda metade do século XVIII e na passagem para o século seguinte, pouco a pouco se transforma a própria natureza do conhecimento empírico. A análise e a comparação tendem a se exercer não mais somente sobre os elementos que compõem os objetos, mas sobre as relações internas que se estabelecem entre estes elementos. Progressivamente, é no interior dos corpos que reside a possibilidade de sua existência. É a interação das partes que dá significado ao todo. [...]. O que rege a forma, as propriedades e o comportamento de um ser vivo é sua organização. É pela organização que os seres se distinguem das coisas [...]. (Jacob, 1983, p. 81)

Dada a importância da organização para a compreensão da teoria celular, consideramos essencial tecer algumas considerações sobre como a noção de uma composição elementar dos seres vivos se relaciona com ideia de organização.

Jacob (1983) destaca que em meados do século XVIII, encontram-se referências a “seres organizados” ou “corpos organizados” e a partir da segunda metade deste século a ideia de uma composição dos seres vivos em unidades elementares mostra-se com frequência nas publicações, apesar de, naquele momento, representar uma exigência não da anatomia, mas da lógica.

O autor acrescenta que a redução dos organismos a um conjunto de unidades foi resultante da teoria corpuscular da matéria, de forma que estas unidades elementares que compunham os seres organizados, chamadas de partículas vivas ou moléculas orgânicas teriam o mesmo papel dos átomos em relação às coisas, porém seriam partículas especiais, específicas dos seres vivos, de forma que na geração dos seres organizados, o que é reproduzido à semelhança dos pais é a articulação e disposição destas unidades, ou seja, sua organização.

Isto seria uma “solução” para o problema da geração dos seres vivos em contraposição à pré-formação, apesar de ainda não possuir, no século XVIII, aparato conceitual nem técnico para investigar a “ordem oculta” que seria responsável pela geração.

Claramente percebe-se a influência do fisicalismo nestas proposições, pois tais unidades elementares que “visam apenas a adaptar a interpretação mecanicista do mundo vivo à interpretação newtoniana do universo”, de forma que a reprodução seria apenas o mecanismo que permite o agrupamento das unidades (Jacob, 1983, p. 89).

Durante a segunda metade do século XVIII, Jacob esclarece que frente à diversidade das estruturas e dos processos observados nos seres organizados, surge a necessidade de busca por uma unidade de composição e funcionamento dos corpos vivos, onde, aos poucos, o funcionamento de órgãos independentes, não mais interessava, mas suas inter-relações, pois um ser vivo seria “um todo em que as partes dependem umas das outras, sendo que cada uma desempenha uma função específica no interesse geral” (Jacob, 1983, p. 90). Dessa forma, a organização muda o seu papel nos seres vivos, passando a fornecer, ao final deste século, um “fundamento oculto”, uma “arquitetura secreta atrás do visível das formas” à totalidade do ser e de seu funcionamento, o que vai de encontro a um dos princípios mais relevantes do vitalismo: a totalidade indivisível, a ideia da continuidade.

Jacob (1983) comenta que o estabelecimento do conceito de organização numa posição central do conjunto dos organismos vivos conduziu a, pelo menos, três consequências: a totalidade do ser vivo, a partir de então concebido como um conjunto integrado de funções e, portanto, de órgãos; o estabelecimento de diferentes relações entre as funções realizadas pelos seres vivos e as condições do meio externo; e uma divisão radical dos seres em seres orgânicos e seres inorgânicos, ocorrendo dessa forma a separação definitiva dos seres e das coisas¹⁵, inicialmente por meio do recurso à força vital, característica do vitalismo e, mais tarde, do reforço dado pela química orgânica.

Capra (1997) faz um paralelo entre o vitalismo e o organicismo, destacando o que aproxima e afasta estas duas correntes filosóficas:

¹⁵ Tal separação já havia sido indicada anteriormente por Schwann no contexto da proposição da teoria celular.

Tanto o vitalismo como o organicismo opõem-se à redução da biologia à física e à química. Ambas as escolas afirmam que, embora as leis da física e da química sejam aplicáveis aos organismos, elas são insuficientes para uma plena compreensão do fenômeno da vida. O comportamento de um organismo vivo como um todo integrado não pode ser entendido somente a partir do estudo de suas partes. Os vitalistas e os biólogos organicistas diferem nitidamente em suas respostas à pergunta: “Em que sentido exatamente o todo é mais que a soma de suas partes?” Os vitalistas afirmam que alguma entidade, força ou campo não-físico deve ser acrescentada às leis da física e da química para se entender a vida. Os biólogos organicistas afirmam que o ingrediente adicional é o entendimento da “organização”, ou das “relações organizadoras”. (Capra, 1997, p. 37)

Com a mudança de foco nos estudos dos seres vivos, onde se passa de uma classificação simples de animais e vegetais (que considerava apenas da análise dos caracteres isoladamente), para o estudo do ser vivo (cuja organização faria emergir propriedades singulares) surge, de forma independente, uma nova ciência, denominada “biologia” por três cientistas: Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829), Gottfried Reinhold Treviranus (1776-1837) e Lorenz Oken (1779-1851). A biologia, durante o século XIX, desenvolveu sua linguagem, conceitos e métodos próprios, muito distantes das ideias fisicalistas, as quais não se aplicavam aos fenômenos biológicos, tais como o essencialismo, o determinismo, o reducionismo, as leis naturais universais, o que levou alguns autores, como Mayr (2005) a defendê-la como ciência autônoma.

Segundo Jacob, a ideia de organização, de totalidade, requer uma finalidade, uma vez que não é possível dissociar a estrutura de sua significação. Partindo desta premissa, Jacob afirma que “a finalidade do ser vivo tem assim sua origem na própria ideia do organismo, porque as partes devem se produzir reciprocamente, porque devem se ligar entre si para formar o todo”. (Jacob, 1983, p.96)

Jacob comenta que, no século XIX, a análise da organização dos seres vivos passa a avançar para o nível da microestrutura, o qual mantém a totalidade do ser, na medida em que as células não estão simplesmente reunidas conservando sua própria individualidade, mas estas unidades elementares juntam-se em uma individualidade de ordem superior, o organismo.

Aqui temos um ponto chave para elucidarmos a importância da teoria celular e o que possibilitou sua proposição, pois somente com a ideia da “individualidade do todo”, ou seja, quando se reconhece este tipo de relação entre as unidades elementares do ser vivo e sua totalidade integrada, os “alvéolos”, “utrículos”, “bexigas”, “células”¹⁶, observados ao microscópio a partir do século XVII passaram a ter significado.

Mayr destaca que a concepção organicista, que engloba a ideia de organização, procura explicar os processos vitais com a incorporação de princípios aplicáveis do mecanicismo e do vitalismo, concepções estas que influenciaram a teoria celular em diferentes momentos, num movimento alternado.

Dessa forma, apesar de serem correntes filosóficas rivais, a queda do vitalismo, no início do século XX, não proporcionou o triunfo do mecanicismo, mas permitiu a consolidação de uma concepção filosófica sobre o fenômeno da vida iniciada no século XVII: o organicismo, o qual, segundo significava um novo paradigma onde os processos no nível molecular poderiam ser explicados completamente por mecanismos físico-químicos, porém em níveis de integração mais altos tais mecanismos seriam desprezíveis, pois “são substituídos pelas características emergentes dos sistemas organizados” (Mayr, 2008, p. 38).

3 A INFLUÊNCIA DA NATURPHILOSOPHIE ALEMÃ NOS ESTUDOS SOBRE A CÉLULA

Além da constante oposição entre vitalismo e mecanicismo e o estabelecimento do organicismo, outra corrente filosófica influenciou os primeiros estudos sobre a célula no século XIX: a *Naturphilosophie*¹⁷. Para Mayr esta vertente da filosofia alemã, proposta por Frie-

¹⁶ Estes termos referem-se a diferentes denominações dadas por diversos pesquisadores do passado durante as primeiras observações das estruturas que atualmente conhecemos como células.

¹⁷ Movimento filosófico que pretendia se opor à razão mecanicista defendida pelo iluminismo. Friedrich Schelling (1775-1854) foi um dos representantes dessa corrente, que recebeu influência do idealismo e do romantismo alemão. Ver a respeito em De Souza, 2010.

drich Wilhelm Joseph von Schelling (1775-1854) e outros no começo do século XIX, era um tipo de vitalismo metafísico. No entanto, defende que as filosofias práticas de biólogos como Müller, conforme vimos, eram mais antifisicalistas do que metafísicas (Mayr, 2008).

Encontramos em Canguilhem uma clara descrição da influência da *Naturphilosophie* nos estudos iniciais de alguns pesquisadores reconhecidamente envolvidos no processo de construção da teoria celular:

[...] Oken pertence à Escola romântica dos filósofos da natureza fundada por Schelling. As especulações desta escola exerceram tanta influência sobre os médicos e biólogos alemães da primeira metade do século XIX quanto sobre os homens de letras. Entre Oken e os primeiros biólogos conscientes de encontrar nos fatos de observação os primeiros assentamentos da teoria celular, a filiação se estabeleceu sem descontinuidade; Schleiden, que formulou a teoria celular, no que concerne aos vegetais, professou na Universidade de Iéna, por onde pairava a lembrança viva do ensino de Oken. Schwann, que generalizou a teoria celular estendendo-a a todos os seres vivos (1839-1842), viveu na sociedade de Schleiden e de Johannes Müller, a quem teve como mestre. Ora, Johannes Müller pertenceu, em sua juventude, à escola dos filósofos da natureza. (Canguilhem, 2012, p. 57)

Segundo Capra, o movimento romântico foi a primeira forte oposição ao mecanicismo no final do século XVIII e no século XIX, época em que a preocupação básica dos biólogos era o problema da forma biológica (Capra 1997, p. 34).

Sobre a investigação da natureza, por exemplo, uma das divergências entre o mecanicismo e a *Naturphilosophie*, é que, segundo esta concepção, os filósofos naturalistas deveriam investigar a natureza como um todo organizado, ao contrário dos mecanicistas, os quais a separavam em partes para compreendê-la. Outra diferença refere-se ao fato de que os mecanicistas acreditavam que a matéria era algo inerte, enquanto para os adeptos da *Naturphilosophie*, a matéria possuía atividade própria, ideia influenciada pelo vitalismo (Braga, Guerra e Reis, 2006).

4 CONTRIBUIÇÕES AO ENSINO DA TEORIA CELULAR

Acreditamos que a abordagem histórico-filosófica, quando apresentada por meio do enfrentamento às visões deformadas sobre a

ciência, pode trazer benefícios pedagógicos, tais como a aprendizagem dos conteúdos e o aumento do interesse pela disciplina biologia, resultando numa aula mais dinâmica e de melhor qualidade.

Frente aos problemas apontados pelas pesquisas em livros didáticos (Silva, 2014; Pinheiro, 2018) tais como a abordagem descontextualizada e linear da teoria celular, reafirmamos que o contexto filosófico envolvido no processo de construção desta teoria apresentado neste trabalho, mostra-se fundamental para a compreensão de aspectos externos que influenciaram a produção deste conhecimento fundamental para a área das ciências biológicas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendemos que para além das questões relacionadas ao uso da microscopia na investigação da célula, deve-se considerar que a discussão entre o pensamento mecanicista e vitalista para as explicações científicas sobre a vida, permeada pela influência da *Naturphilosophie* alemã e emergência do organicismo, parece ter contribuído para a lacuna temporal de quase dois séculos entre a observação da célula atribuída a Robert Hooke (1635-1703) e a proposição da teoria celular.

Com este artigo, buscamos fornecer ao professor da educação básica subsídios teóricos sobre o contexto filosófico na elaboração da teoria celular, a fim de que tenha possibilidade de contemplar nas suas aulas considerações acerca da influência de correntes filosóficas nos estudos sobre a célula.

Mayr (2008) considera que desde o declínio do vitalismo, até os dias atuais, o organicismo corresponde à corrente filosófica dominante, segundo a qual as características únicas dos organismos vivos não se devem à sua composição, e sim à sua organização, ideia apresentada nos livros didáticos no que concerne ao ensino da biologia celular, sem, no entanto, fazer referências a outras concepções.

Constatamos que o estudo das concepções filosóficas envolvidas no processo de construção desta teoria pode revelar diversos aspectos sobre a natureza da ciência que colaboram para o enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência, especialmente a visão descontextualizada, por meio das correntes filosóficas relatadas e também a visão cumulativa, de crescimento linear, por meio da apresentação de questionamentos e respostas a eles, tais como: “o que é a vida?”,

“qual a unidade estrutural básica que constitui os seres vivos?”, “de onde veio a ideia de que a célula é o único componente de todos os seres vivos?”.

Tais reflexões, apoiadas na abordagem histórico-filosófica podem ser ampliadas à ciência atual, a qual também se desenvolve dentro de um contexto social, histórico, político, filosófico, bem como apresenta cada vez mais explicitamente os questionamentos dos cientistas, mudanças, controvérsias por meio da divulgação científica intensificada pelas redes de comunicação digital.

Consideramos finalmente, que o estudante que aprende sobre os processos de construção do conhecimento pode vir a tornar-se um cidadão mais crítico, no que diz respeito às relações entre ciência e sociedade. Uma vez que terá melhores condições de refletir sobre as atividades científicas no meio em que vive, não será um mero espectador dos produtos da ciência, estejam estes presentes nos livros didáticos ou divulgados pela mídia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOARO, Djonathan André; MASSONI, Neusa Terezinha. O uso de elementos da história e filosofia da ciência (HFC) em aulas de física em uma disciplina de estágio supervisionado: alguns resultados de pesquisa. *Investigações em Ensino de Ciências*, **23** (3): 110-144, 2018.
- BRAGA, Marco; GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio. *Breve história da ciência moderna*. Vol. 3. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Guia de livros didáticos: PNLD 2015 – Biologia*. Brasília: MEC/SEB, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Guia de livros didáticos: PNLD 2018 – Biologia*. Brasília: MEC/SEB, 2017.
- CASSAB, Mariana. A problemática da seleção do livro didático de ciências: por que discutir a linguagem do livro-didático? Pp. 31-43, *in*: MARTINS, Isabel; GOUVÊA, Guaracira; VILANOVA, Rita (eds.). *O livro didático de Ciências: contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012.

- CACHAPUZ, António; GIL-Pérez, Daniel; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. Superação das visões deformadas da Ciência e da tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica. Pp. 37-70, *in*: CACHAPUZ, António *et al.* (orgs.). *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.
- CANGUILHEM, Georges. *O conhecimento da vida*. Trad. Vera Lucia Avellar Ribeiro. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2012.
- CAPRA, Fritjof. *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix, 1997.
- DAMÁSIO, Felipe; PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. História e Filosofia da Ciência na educação em Ciências: para quê? *Revista Ensaio*, **19**: 1-19, 2017.
- DE SOUZA, Maria Cristina dos Santos. A Naturphilosophie como concepção de mundo do romantismo alemão. *AISTHE*, **5**: 31-47, 2010.
- FREZZATTI JR., Wilson Antônio. Haeckel e Nietzsche: aspectos da crítica ao mecanicismo no século XIX. *Scientiae Studia*, **1** (4): 435-461, 2003.
- GIL-PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel; Alís, Jaime; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho Científico. *Ciência & Educação*, Bauru, **7** (2): 125-153, 2001.
- JACOB, Francois. *A lógica da vida: uma história da hereditariedade*. Trad. Ângela Loureiro de Souza. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1983.
- MAYR, Ernst. *Desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Trad. Ivo Martinazzo. Brasília: UnB, 1998.
- . *Biologia, ciência única*. Trad. Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- . *Isto é biologia: a ciência do mundo vivo*. Trad. Claudio Ângelo. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.
- MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. *Ciência e Educação*, **9** (2): 147-157, 2003.
- MOURA, Breno A. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, **7** (1): 32-46, 2014.

- PATY, Michel. *A matéria roubada: a apropriação crítica do objeto da física contemporânea*. São Paulo: EDUSP, 1995.
- PINHEIRO, Regiane Machado de Sousa. *O conceito de célula em livros didáticos de biologia: análise sob uma perspectiva histórico-crítica*. Goiânia, 2018. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás.
- PRESTES, Maria Elice Brzezinski. *Teoria celular: de Hooke a Schwann*. São Paulo: Scipione, 1997.
- PRESTES, Maria Elice Brzezinski; TAVARES, Taysy. Pseudo-história e ensino de ciências: o caso Robert Hooke (1635-1703). *Revista da Biologia*, **9** (2): 35-42, 2012.
- SANTOS, Marco Steinert. *Virchow: medicina, saúde e sociedade no seu tempo*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2008
- SCHWANN, Theodor; SCHLEIDEN, Matthias Jacob. Trad. Henry Smith. *Microscopical researches into the accordance in the structure and growth of animals and plants*. London: Sydenham Society, 1847.
- SILVA, Elda Cristina Carneiro da. *A teoria celular em livros didáticos de biologia: uma análise a partir da abordagem histórico-filosófica da ciência*. Curitiba, 2014. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) – Universidade Federal do Paraná.
- SILVA, Elda Cristina Carneiro da; AIRES, Joanez Aparecida. Panorama histórico da teoria celular. *História da ciência e ensino: construindo interfaces*, **14**: 1-18, 2016.

Data de submissão: 03/09/2019

Aprovado para publicação: 18/06/2020