

# Concepções sobre “funções biológicas” entre estudantes do primeiro período do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal Fluminense

## Conceptions about “biological functions” among first period students from the Fluminense Federal University Biological Sciences course

Juliana Schroeder Damico de Sousa<sup>1a</sup>, Nathalia Pelegrino André<sup>1a</sup>, Saullo Rigon Soares<sup>1a</sup>, Ariane Leites Larentis<sup>2</sup>, Lucio Ayres Caldas<sup>3</sup>, Rodrigo Volcan Almeida<sup>5</sup>, Marcelo Hawrylak Herbst<sup>4</sup>, Luiz Mors Cabral<sup>1</sup>, Manuel Gustavo Leitão Ribeiro<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>IB-UFF, <sup>2</sup>Fiocruz, <sup>3</sup>IBCCF-UFRJ, <sup>4</sup>DQ-UFRRJ, <sup>5</sup>IQ-UFRJ, gi2e2.uffrj@gmail.com, \*ribeiro@vm.uff.br

### Resumo

O conhecimento científico dos fenômenos biológicos requer uma abordagem livre de teleologia e vitalismo, ambos responsáveis por uma visão funcionalista na biologia. Entretanto, a atribuição de propósitos ou causas finais, da forma como está presente nas concepções teleológicas, não foi abandonada nas ciências biológicas, seja no ensino ou na pesquisa. Neste trabalho investigamos, através de questionários contendo perguntas discursivas e diretas, as formas que estas perspectivas equivocadas assumem entre estudantes de ciências biológicas recém-ingressos na Universidade Federal Fluminense e de que maneira podem interferir no aprendizado. Entendemos que, por entravarem a construção do conhecimento científico, estas concepções atuam como obstáculos epistemológicos que devem ser superados para o desenvolvimento da biologia.

**Palavras-chave:** Teleologia; Funções; Obstáculos epistemológicos; Conhecimento científico

### Abstract

Scientific knowledge of biological phenomena requires an approach free of teleology and vitalism. Both of them are responsible for a functionalist view within biology. However, the attribution of purpose or final causes, as it is present in teleological conceptions, was not abandoned in the biological sciences, either in teaching or research. In this paper we investigate, through a questionnaire, the forms these misleading perspectives assume amongst newcomer biology students at Universidade Federal Fluminense and how they can interfere with learning. We consider that these conceptions, by hindering the construction of scientific knowledge, act as epistemological obstacles that must be surpassed for the development of biology.

**Key words:** Teleology; Functions; Epistemological obstacles; Scientific knowledge

### Introdução

Apesar da solidez da teoria da seleção natural, passados mais de 150 anos desde a sua publicação, ainda é comum a noção de que as modificações nos organismos ocorrem orientadas no sentido da perfeição. Esta visão pode ser mais frequente entre leigos (ou, como iremos citar ao longo do texto, entre o *sensu comum*), embora, como tentaremos mostrar neste artigo, persista entre estudantes que começam a enveredar no estudo da Biologia. Entre o

---

<sup>a</sup> Os três primeiros autores contribuíram igualmente para o desenvolvimento do trabalho.

senso comum, podem existir explicações bastante variadas para a permanência desta visão. Uma delas diz respeito à compreensão de mundo (e, conseqüentemente, dos fenômenos biológicos nele presentes) como construído por um ser de inteligência suprema, capaz de ordenar todos os eventos com uma finalidade. O acaso teria, portanto, pouca ou nenhuma influência neste mundo concebido por um artífice. Dentro da Biologia, no entanto, mesmo com a consolidação desta como uma ciência autônoma, é possível identificar variações desta noção, que podemos reunir em uma *concepção teleológica dos fenômenos biológicos*. Ernst Mayr (2005) defende que o pensamento teleológico/teleologia provavelmente foi a ideologia que mais profundamente influenciou (e ainda influencia) o desenvolvimento da Biologia. Aqui é possível traçar um paralelo entre a teleologia e o conceito de obstáculo epistemológico introduzido por Gaston Bachelard em 1938 (RIBEIRO et al, 2011). Segundo Bachelard (1996), devemos entender:

[...] que é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentsidões e conflitos. (BACHELARD, 1996, p. 17).

Bachelard afirma que o obstáculo epistemológico é tudo aquilo que pode estagnar ou até mesmo fazer regredir uma pesquisa, pois ele “[...] se incrusta no conhecimento não questionado” (BACHELARD, 1996, p. 19). Desta citação, podemos depreender que o obstáculo epistemológico não é apenas algo que surge externamente a uma ciência; é possível que ele seja intracientífico, ou ainda, próprio do ato de construção/desconstrução do conhecimento. A ideia de *desconstrução* tem uma posição central na epistemologia Bachelardiana, pois “[...] o ato de conhecer dá-se *contra* um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos” (BACHELARD, 1996, p. 17, grifo do autor). Essa descontinuidade do processo de construção do conhecimento fica ainda mais evidente ao interpretarmos como Bachelard enxerga a “transformação” de um conhecimento comum em um conhecimento científico:

Pareceu-nos sempre cada vez mais evidente, no decorrer de nossos estudos, que o espírito científico contemporâneo não podia ser colocado em continuidade com o simples bom senso, que este novo espírito científico representava um jogo mais arriscado, que ele formulava teses que, inicialmente, podem chocar o senso comum. Nós acreditamos, com efeito, que o progresso científico manifesta sempre uma ruptura, perpétuas rupturas, entre conhecimento comum e conhecimento científico, desde que se aborde uma ciência evoluída, uma ciência que, pelo fato mesmo de suas rupturas, traga a marca da modernidade. (BACHELARD, 1990, p. 27)

Os obstáculos epistemológicos surgiriam, assim, como tudo aquilo que impede a ocorrência das rupturas, tão necessárias para o avanço das ciências. Ao ser construído, o conhecimento científico sobre um determinado fenômeno rompe com o conhecimento comum (ou senso comum), para o qual apenas a sua superficialidade (aquela que se enxerga através dos sentidos) é importante.

Dentre os obstáculos descritos por Bachelard, um nos parece abranger a teleologia discutida por Mayr (2005): o conhecimento unitário e pragmático. A unidade, ou harmonia, dos fenômenos reside na crença da existência de um princípio geral da natureza e está ligada a um ideal de perfeição que determina a formulação e interpretação dos conceitos e experiências científicas:

Para o espírito pré-científico, a unidade é um princípio sempre desejado, sempre realizado sem esforço. Para tal, basta uma maiúscula. As diversas atividades naturais tornam-se assim manifestações variadas de uma só e única Natureza). Não é concebível que a experiência se contradiga ou seja compartimentada. O que é verdadeiro para o grande deve ser verdadeiro para o pequeno, e vice-versa. À mínima dualidade, desconfia-se do erro. (BACHELARD, 1996, p. 107)

O pragmatismo deste obstáculo está expresso na ideia de se enxergar utilidade em todos os fenômenos. Uma vez encontrada a utilidade (normalmente vista como utilidade para o homem), descobre-se a *função real* daquele fenômeno:

Em todos os fenômenos, procura-se a utilidade humana, não só pela vantagem que pode oferecer, mas como princípio de explicação. Encontrar uma utilidade é encontrar uma razão. (BACHELARD, 1996, p. 114)

Para Mayr (2005), a discussão sobre a influência do pensamento teleológico na Biologia levou muitos autores simplesmente a deslocar o problema das “proposições teleológicas” para o terreno das “proposições funcionais”, ou seja, a usar as funções de um sistema para explicar o seu objetivo ou a sua *causa final*. Isso implica, no entanto, a permanência da intencionalidade neste campo das ciências, o que, nos remetendo a Bachelard (1996), pode “[...] entravar os futuros progressos do pensamento científico [...]” (BACHELARD, 1996, p. 127) sobre aquele sistema ao interromper o raciocínio científico e o aprofundamento no estudo: basta achar o elo que conduza à unicidade e à utilidade que o processo de conhecimento se finaliza. Segundo Mayr, a *causa final* tem sido definida como ‘a causa responsável pelo alcance ordenado de um objetivo último pré-concebido’ (MAYR, 1961, p. 1503, tradução nossa). Embora segundo este autor todos os comportamentos que buscam uma meta tenham sido classificados como teleológicos, muitos outros assim o foram mesmo não apresentando uma meta definida, o que levou Mayr (2005) a propor diferentes categorias para o uso do termo teleológico (ver abaixo). Se concebemos que a Biologia seja separada em dois grandes campos - a Biologia Funcional e a Biologia Evolutiva (MAYR, 1961) -, então as explicações de fenômenos biológicos poderiam ser respectivamente remetidas a causas próximas ou imediatas (físico-químicas) e a causas distantes, derivadas em última instância de um programa genético que é o resultado de eventos aleatórios que ocorreram ao longo do processo evolutivo. Interpretações teleológicas podem surgir sempre que se deixa de ter em mente que as funções desempenhadas por um órgão ou uma estrutura de um organismo têm sua origem em causas evolutivas. De fato, essa preocupação é tão grande para Mayr que ele propõe a utilização do termo “papel biológico” ao invés de “função”:

Descrições do funcionamento fisiológico de um órgão ou de outra característica biológica não são teleológicas. Com efeito, em casos favoráveis, elas podem em grande medida ser traduzidas em explicações físico-químicas; elas se devem a causas imediatas. O que está em jogo na análise de aspectos teleológicos é o papel biológico de uma estrutura ou atividade. Tais papéis se devem a causas evolutivas. Por essa razão, em meu relato evito cuidadosamente a palavra “função” quando minha preocupação é o papel biológico de uma característica ou de um processo [...]. (MAYR, 2005, p. 65)

Uma vez que essas discussões não têm reflexos apenas no meio científico, mas também no próprio processo de ensino-aprendizagem na sala-de-aula, nossos objetivos com este trabalho foram: 1) investigar de que forma as concepções teleológicas sobre as *funções em Biologia* estão presentes entre estudantes que acabaram de ingressar no curso de Ciências Biológicas; 2) contribuir para o debate acerca de como as concepções teleológicas em Biologia podem constituir-se como obstáculos epistemológicos na construção de conhecimentos nesta ciência e como obstáculos pedagógicos para a compreensão e trabalho de conceitos por estudantes e professores.

## Metodologia

Questionários contendo perguntas discursivas ou diretas mostradas no Quadro 1 foram entregues aos estudantes do primeiro período de Ciências Biológicas da Universidade Federal Fluminense durante a disciplina “Iniciação à Pesquisa I” (2011-1).

## Quadro 1: Questões apresentadas aos estudantes do Curso de Ciências Biológicas:

1. Um exemplo clássico que evidencia os efeitos da Seleção Natural é o aumento da população de mariposas (*Biston betularia*) com pigmentação melândrica (escura), após a metade do século XIX. Anteriormente a esse período, não era comum encontrar formas melândricas, enquanto as mariposas com pigmento branco acinzentado prevaleciam. No entanto, com o crescente desenvolvimento industrial, emissão de poluentes na atmosfera e impregnação de fuligem na vegetação, as mariposas escuras, quando no tronco das árvores, passaram a ser menos observáveis pelos pássaros (predador natural das mariposas). Consequentemente, a situação se inverteu, as mariposas escuras passaram a predominar na população, escondendo-se melhor dos predadores e garantindo a sobrevivência e reprodução. **Na sua opinião, como ocorreu a Seleção Natural neste caso?**

- Provavelmente a poluição causou uma mutação no gene responsável pela produção de algum pigmento que passou a produzir pigmentação escura nas mariposas, que transmitiram essa característica para seus descendentes.
- Provavelmente a percepção das mudanças no ambiente pelas mariposas fez com que estas buscassem escurecer para adaptar-se ao novo ambiente.
- Provavelmente as duas populações já existiam através de alguma mutação aleatória no gene de pigmentação. Contudo, a maior predação sob as mariposas claras fez com que fosse reduzida a taxa de transmissão dos genes de pigmentação clara para a população, o que causou a predominância do gene de pigmentação escura.
- Nenhuma das alternativas anteriores.

### 2. O objetivo do processo evolutivo é:

- Fazer melhorar ou progredir uma população através do mecanismo de Seleção Natural.
- Direcionar uma população no sentido desta se adaptar ao ambiente em que se encontra.
- Não há objetivos no processo evolutivo.

3. Pensando em um ser vivo contemporâneo, pode-se dizer que uma determinada característica (física, comportamental, etc) ou processo fisiológico que ele possui existe porque:

- Apresenta ou apresentou alguma função para aquele organismo e por isso foi mantida através da Seleção Natural.
- Foi o resultado do histórico evolutivo deste organismo, em que eventos aleatórios tiveram papel preponderante.
- Todas as alternativas anteriores.
- Nenhuma das alternativas anteriores.

4. Uma célula da parede intestinal sintetiza e secreta grande quantidade de muco porque:

- Ela apresenta organelas bastante ativas na síntese das substâncias que produzem o muco.
- O muco é necessário para auxiliar na absorção e digestão de nutrientes.

5. Segundo um artigo publicado na revista Journal of Dental Research (Metalova e colaboradores, 2008), até 25 % da população humana não apresenta pelo menos um dos dentes

conhecidos como sisos (desconsiderando-se os casos de extração por cirurgia). **Na sua opinião, a frequência dos sisos na população humana tende a decrescer? Justifique sua resposta.**

Considere o texto abaixo para responder às questões 6, 7 e 8:

O platelminto *Leucochloridium paradoxum* na sua fase de miracídio passa pelo sistema digestivo de um caramujo para desenvolver sua forma esporócito. Esta se aloja nos tentáculos oculares de seu hospedeiro, onde as cercárias pulsam intensamente na presença de luz e apresentam coloração intensa, mimetizando uma lagarta. Essa infecção parece inibir a sensibilidade à luz, pois os caramujos infectados permanecem ativos sob o sol, enquanto os saudáveis buscam locais escuros e úmidos. Sua exposição facilita sua predação pelos hospedeiros definitivos deste verme, os pássaros, nos quais desenvolvem sua forma adulta e liberam ovos através de seu trato digestivo. Essas fezes, por sua vez, são consumidas por outros caramujos, completando assim este ciclo.

6. Diversos parasitos conseguem alterar o comportamento natural de seus hospedeiros, que são levados à morte por algumas espécies, completando assim o seu ciclo de vida. **Na sua opinião:**

- O parasita altera a fisiologia de seu hospedeiro, modificando seus sentidos e, consequentemente, seu comportamento com o objetivo de completar seu ciclo biológico.
- Ao longo da história evolutiva do parasita e do hospedeiro, alguns mecanismos surgiram que permitiram o desenvolvimento de uma relação parasita/hospedeiro suficientemente complexa, a ponto de alterar o sistema nervoso do hospedeiro em resposta à infecção.
- Como qualquer outro ser vivo, um dos objetivos do parasita é sobreviver e alterar o funcionamento do sistema nervoso do hospedeiro foi uma alternativa encontrada por estes seres para conseguirem completar seu ciclo de vida.

7. Como no exemplo do texto acima, a evolução das interações entre parasitas e seus hospedeiros parece tender a uma relação na qual o hospedeiro desenvolve mecanismos de defesa contra os de invasão do parasita e vice-versa. Esta relação é comparada por alguns pesquisadores a uma "Corrida Armamentista". **Você acha este termo apropriado? Justifique.**

8. Com relação ao hospedeiro, pode-se dizer que:

- Por serem seres mais complexos e desenvolvidos, ao longo do processo evolutivo certamente irão desenvolver mecanismos capazes de resistir à infecção por aquele parasita.
- Caso a infecção pelo parasita passe a interferir nas capacidades de reprodução e sobrevivência do hospedeiro, é possível que os indivíduos portadores de características que confirmam resistência ao parasita aumentem de frequência na população.
- A Seleção Natural certamente irá agir no sentido de manter na população aqueles indivíduos mais adaptados ao ambiente, ou seja, resistentes à infecção pelo parasita.

As perguntas foram elaboradas de forma a investigar as concepções conceituais dos estudantes acerca das teorias que explicam a evolução dos organismos e da influência das funções desempenhadas por uma estrutura biológica no processo evolutivo. Os questionários foram respondidos pelos estudantes em sala-de-aula (sem consulta a qualquer material) após as aulas sobre Obstáculos Epistemológicos terem sido ministradas, mas antes da aula específica sobre Teleologia. No total, foram recolhidos 36 questionários de estudantes diferentes. Ao final da atividade, todos os estudantes aceitaram participar deste trabalho ao assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido e seus nomes foram omitidos desta pesquisa. Os trechos extraídos das respostas dos estudantes marcados em itálico são grifos nossos para exemplificar/ressaltar os obstáculos epistemológicos presentes.

## Resultados e Discussão

Embora Bachelard tenha desenvolvido suas ideias acerca do desenvolvimento das diferentes ciências em suas obras, seus exemplos se fixaram muito mais nas ciências físicas e químicas. Na Biologia, o autor que mais se utilizou da epistemologia Bachelardiana numa tentativa de compreender a forma como os conhecimentos científicos eram construídos nesta ciência foi Georges Canguilhem (LOPES, 1996). Como afirma Alice Lopes:

Quanto à Biologia, Bachelard não viveu o suficiente para assistir às rupturas empreendidas nesta área a partir do advento do enfoque molecular. O campo biológico era para ele mais limitado do que a Física e a Química, justamente por ser o campo da reprodução e não da criação. Será em Canguilhem, discípulo de Bachelard, que os biólogos encontrarão interpretações mais pertinentes sobre as ciências da vida contemporaneamente. (LOPES, 1996, p. 251)

Michel Pêcheux, outro discípulo de Bachelard, assim reforçou o papel de Canguilhem nas pesquisas sobre a história dos conceitos biológicos: “Seremos levados, pois, a citar abundantemente este autor em tudo o que se refere à biologia” (PÊCHEUX E FICHANT, 1971, p. 42). No Brasil, alguns exemplos mais recentes podem ser vistos em Larentis et al (2010), Ribeiro et al (2010), Junior e Gomes (2009), Coutinho et al (2007). Estes trabalhos, assim como a maioria das publicações brasileiras nas quais Bachelard é utilizado como referencial teórico, abordam de diferentes maneiras as intervenções pedagógicas relacionadas ao ensino das ciências (HALMENSCHLAGER & GEHLEN, 2009).

Desta forma, na interpretação dos resultados dos questionários, optamos por utilizar as ideias de Bachelard e dos autores que ulteriormente desenvolveram a epistemologia Bachelardiana, assim como os trabalhos de Ernst Mayr, na tentativa de compreender de que maneira as concepções teóricas dos estudantes poderiam agir como obstáculos ao desenvolvimento/assimilação de conceitos em Biologia.

A questão 1 foi elaborada com base num exemplo que é amplamente citado nos livros didáticos como “um caso clássico de mutação e seleção natural”, bastante simples e, por isso, facilmente naturalizado por docentes e estudantes. No entanto, muitas vezes a simplificação pode levar à compreensão superficial de um fenômeno, pois não suscita questionamentos e imobiliza o pensamento. Bachelard denomina este obstáculo de “experiência primeira”:

[...] a observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. De fato, essa observação primeira se apresenta repleta de imagens; é pitoresca, concreta, natural e fácil. Basta descrevê-la para se ficar encantado. Parece que a compreendemos.” (BACHELARD, 1996, p.25)

Em contraposição a essa “filosofia imobilista”, Bachelard defende que “Precisar, retificar, diversificar são tipos de pensamento dinâmico que fogem da certeza e da unidade [...]. Em resumo, o homem movido pelo espírito científico deseja saber, mas para, imediatamente, melhor questionar.” (BACHELARD, 1996, p. 21).

Desta forma, embora 35 estudantes (97,2 %) tenham assinalado a resposta correta do ponto de vista da teoria da seleção natural (alternativa C), teria o exemplo simplista e massificado das mariposas auxiliado o estudante na compreensão deste processo? Como veremos nos resultados das perguntas seguintes do questionário, apesar do estudante estar “programado” para identificar o mecanismo evolutivo por trás do caso das mariposas (para uma revisão sobre este tema ver ROQUE, 2002), isso não é suficiente para compreender a aleatoriedade e ausência de metas/propósitos/objetivos do processo evolutivo.

Conforme discutido anteriormente, ao relacionarmos as proposições defendidas por Mayr e Bachelard, podemos chegar à conclusão que a teleologia é o principal obstáculo epistemológico para a construção do conhecimento científico nas áreas biológicas. A visão de mundo finalista enxerga a tendência a uma perfeição ou a um melhoramento em todos os fenômenos. Em Biologia, essa visão reside na noção de que evolução é igual a progresso e de que todas as partes de um sistema (e.g. os diferentes órgãos de um organismo multicelular) existem e têm uma função adequada para a perfeita harmonia e função do todo. As questões 2 a 5 foram elaboradas para investigar se, e em que extensão, essa visão está presente entre os estudantes que chegam ao nível superior para cursar Ciências Biológicas.

Com relação à questão 2, pode-se verificar que 24 estudantes (66,7 %) acreditam existir objetivos, metas no processo evolutivo (respostas A e B somadas), dentre os quais a melhoria do organismo ou a sua adaptação ao ambiente. Com relação a esta visão, convém aqui uma citação de Mayr que pode auxiliar a desconstruí-la:

Decerto é a seleção natural um processo de otimização, mas não tem meta definida, e, considerando o número de restrições e a frequência de eventos aleatórios, seria por demais equivocado chamá-la de teleológica. Nenhum melhoramento em adaptação tampouco constitui um processo teleológico, porque a decisão quanto a uma mudança evolutiva qualificar-se como contribuição para a adaptação é estritamente post hoc. (MAYR, 2005, p. 81)

Há uma intensa discussão sobre a permanência de uma argumentação teleológica em Biologia no que concerne a investigação das causas. Como afirmamos anteriormente, essa investigação toma rumos diferentes na Biologia Funcional e na Biologia Evolucionista. Na Biologia Funcional, ao buscar-se a explicação para um determinado fenômeno, normalmente recorre-se a argumentações físico-químicas, o que pode levar a abordagens mecanicistas e reducionistas (ou seja, à noção de que as propriedades de um sistema biológico poderiam ser interpretadas a partir da soma das propriedades químicas e físicas das suas menores partes constituintes (MAYR, 2005), caso não se tenha sempre em mente que aquele fenômeno é, de fato, resultado de um processo evolutivo onde inúmeros fatores interagiram. Na Biologia Evolucionista, a busca pelos “porquês” passa naturalmente por uma narrativa histórica na tentativa de se compreender as origens de uma estrutura biológica ou da diversidade orgânica em um ecossistema, por exemplo. Neste ramo da Biologia muitas vezes recorre-se à seleção natural para explicar a permanência de um determinado comportamento ou estrutura biológica graças à *função* que esta característica desempenha no organismo. Segundo Cummins (2002), os pesquisadores que usam esse tipo de explicação são *neoteleologistas*, ao considerar que a existência de uma característica biológica deve-se à sua função e não à sua história de desenvolvimento (pressões sofridas durante o processo evolutivo). Na neoteleologia, a seleção natural apenas substituiu a figura de um criador supremo ou uma força oculta capaz de direcionar a evolução, fazendo surgir uma determinada característica graças à função que ela irá desempenhar num organismo.

Percebe-se que essa visão está presente entre os estudantes ao analisarmos as respostas à questão 3. Dos 36 estudantes, 10 (27,8 %) assinalaram que uma determinada característica está presente em um organismo devido a uma função importante que desempenha ou desempenhou e por isso foi mantida pela seleção natural. De certa forma, poderíamos dizer

que outros 16 estudantes (44,4 %) também concordam com a importância da função, embora compreendam que os eventos aleatórios tiveram papel preponderante no histórico evolutivo do organismo (ao assinalarem que as alternativas A e B estavam corretas). Apenas 8 estudantes (22,2 %) abandonaram a noção de função para explicar a existência de uma característica ou processo fisiológico e 2 (5,6 %) acharam que nenhuma das alternativas poderia fazê-lo. Cabe aqui ressaltar que ao nos referimos ao acaso, não estamos sugerindo que mudanças podem surgir “em qualquer sentido aleatório”, mas sim que elas não são direcionadas a um fim pré-determinado pelas necessidades do organismo. As mutações ocorrem aleatoriamente, mas dentro de determinados limites físico-químicos. Mais uma vez, citamos Mayr para corroborar esta posição: “Quando autores modernos falam de variação ao acaso, não contestam a existência de forças moleculares causais, mas sim a alegação de que tal variação genética seja uma resposta adaptativa às necessidades do organismo.” (MAYR, 2005, p.108)<sup>1</sup>.

Diversas críticas foram feitas a Cummins e sua noção de neoteleologia. Em nosso entendimento, uma das principais críticas é o fato deste autor basear suas teorias na premissa (falsa) de que o processo evolutivo ocorre principalmente através de mudanças graduais, desconsiderando eventos que realmente possam levar a uma novidade funcional (NUNES-NETO & EL-HANI, 2009). Entendemos que uma das melhores alternativas disponíveis atualmente para evitar-se uma incorreta compreensão de alguns fenômenos biológicos foi proposta por Mayr (2005), que dividiu em 4 categorias os processos biológicos erroneamente classificados de teleológicos: processos teleonômicos, processos teleomáticos, obtenção de características adaptativas por seleção natural e comportamento proposital entre animais. Segundo ele, “nenhum dos quatro processos teleológicos reconhecidos opera retroativamente desde uma meta futura; não existe causação retroativa.” (MAYR, 2005, p. 80).

A questão 4 foi elaborada no intuito de investigar se os estudantes enxergam os papéis biológicos de uma célula do corpo humano de maneira teleológica ou mecanística. A ideia partiu da análise de um trabalho onde o pesquisador fez perguntas sobre as funções do corpo humano a estudantes de diferentes níveis escolares (do ensino médio ao nível superior) e constatou que cerca de 60% dos estudantes, independente da classe à qual pertenciam, responderam de forma teleológica (RICHARDSON, 1990). No presente trabalho, identificamos que 16 dos 36 estudantes (44,4 %) responderam de forma teleológica à questão apresentada contra 19 (52,8 %) que responderam de forma mecanística (1 estudante não respondeu). Mais uma vez identifica-se a presença da visão finalista entre os estudantes, ou seja, a célula da parede intestinal existe graças à sua função de secretar muco e isto é essencial para absorção e digestão dos nutrientes.

A questão 5 objetivou investigar, mais uma vez, como os estudantes enxergam a relação entre a existência de uma característica biológica e a sua função. É muito comum entre pesquisadores em Biologia a abordagem da “estrutura-função”, i.e., a noção de que se alguma estrutura (molécula, organela, órgão, etc...) existe, ela obrigatoriamente tem uma função. Alguns autores, por exemplo, alegam que os órgãos vestigiais (como o apêndice, os músculos da orelha, o cóccix, dentre outros...) não podem ser considerados uma prova da

---

<sup>1</sup> Após esse trecho, Mayr afirma que “a biologia molecular mostrou que não há herança de característica adquirida” (MAYR, 2005. P. 108). De fato, até aquele momento, ainda não existiam provas conclusivas disto, mas hoje, através da epigenética, é comprovado que mudanças no ambiente podem gerar modificações covalentes no DNA que levam a mudanças no padrão de expressão gênica, que por sua vez são passadas para (pelo menos algumas) gerações seguintes. Mais estudos são necessários para se demonstrar se o processo evolutivo pode ser influenciado por essas modificações ou se estas ficam restritas apenas a poucas gerações. Não é nosso objetivo no presente artigo contextualizar epistemologicamente a epigenética na discussão sobre a teleologia. De qualquer forma, a tentativa de se relacionar a epigenética como um retorno a Lamarck, em nossa opinião, não tem fundamento uma vez que, para este autor, as mudanças em resposta ao ambiente ocorriam de maneira consciente pelo organismo (GOULD, 1980).

teoria da evolução (como defendeu Darwin em “*A origem das espécies*” acerca dos “*órgãos rudimentares*”), uma vez que não se pode afirmar que eles não apresentam uma função; apenas que esta não foi descoberta (SCADDING, 1981). Para Bachelard, a concepção de que não existem fenômenos sem “utilidade” na Natureza constitui um obstáculo epistemológico, o conhecimento pragmático e unitário. Quando a pesquisa científica é direcionada apenas para busca da função de uma estrutura, a sua descoberta pode, inclusive, impedir a construção de conhecimentos mais avançados ou precisos acerca daquela estrutura e da sua relação com outras. No caso do siso, 22 estudantes (61,1 %) acreditam que este dente irá diminuir de frequência na população humana, uma vez que não tem nenhuma função, ou esta foi perdida em algum estágio do processo evolutivo ou ainda, que foi substituída por algum artefato construído pelo homem:

“Sim, pois como o texto já mostrou,  $\frac{1}{4}$  da população não apresenta mais um dos dentes sisos. *Esse número tende a aumentar à medida que ao longo da história evolutiva eles se tornaram dispensáveis em suas funções.*”

“Sim, pois com o decorrer do tempo evolucionário, a nossa dieta mudou, então possivelmente *daqui a alguns anos os sisos devem desaparecer, pois hoje em dia ele não tem nenhuma utilidade aparente.*”

“Estes dentes eram usados para cortar carne em tempos remotos da história da humanidade. Com o desenvolvimento da sociedade global, *a necessidade de cortar carnes e alimentos mais rígidos foi saciada com o aparecimento dos talheres, retirando a funcionalidade dos sisos.*”

Além de não terem função, a explicação pode ser o fato de “causarem problemas”:

“Sim, pois os sisos não se apresentam como característica benéfica, pelo contrário, *nos dias de hoje somente causam problemas, logo a ausência de sisos tende a se expandir.*”

O mecanismo da seleção natural também é utilizado para explicar a tendência à queda da frequência dos sisos:

“Sim. Porque além de uma parcela da população humana já não apresentar sisos, estes não são indispensáveis à mastigação, portanto *de acordo com estas características e o mecanismo da seleção natural a frequência de sisos tende a diminuir na população.*”

Outros estudantes (11 ou 30,6 %), no entanto, inferiram corretamente que não é possível determinar se há tendência à redução da frequência do siso na população humana, devido à aleatoriedade do processo evolutivo e à ausência de uma pressão evolutiva sobre essa característica. Eis alguns excertos que demonstram essa visão:

“Não se pode ter certeza sobre isso. Na minha (opinião) *eu acho que não, pois esse tipo de processo evolutivo é muito aleatório, não se podendo comprovar nada*, ainda que para nós seres humanos, os sisos não tenham mais um valor tão funcional para nosso dia-a-dia”.

“Não necessariamente, pois “ter o siso” não representa uma vantagem para o indivíduo.”

“Não, pois a seleção natural não modifica os indivíduos de acordo com a necessidade, e o dente siso não afeta a vida dos seres vivos.”

As questões 6, 7 e 8 foram construídas de forma a estudar se os estudantes interpretam de maneira vitalista e teleológica a relação parasita-hospedeiro. São frequentes os artigos científicos, mesmo aqueles publicados em periódicos internacionais de alto fator de impacto, que induzem a uma interpretação de que o microrganismo tem a *intenção* de controlar o comportamento do hospedeiro de forma a completar o seu ciclo de vida (hipótese da manipulação) ou ainda de que o parasita elabora estratégias para subverter as *armas de defesa* do hospedeiro *inimigo*. Trechos destes artigos realmente levam o leitor, mesmo o mais experiente, a considerar o parasita como um ser dotado de *personalidade* e capaz de fazer

tudo em prol de sua sobrevivência (LARENTIS et al, 2010). Naquele trabalho, excertos de artigos foram apresentados a pós-graduandos da área de Bioquímica, que chegaram à conclusão de que os patógenos são seres dotados de características antropomórficas, que receberam adjetivos tais como “*estrategistas*”, “*eficientes*” ou “*inteligentes*”.

Numa tentativa de descrever o papel do vitalismo na Biologia, Pêcheux e Fichant (1971) afirmaram que, nesta ciência, este equivale ao obstáculo epistemológico identificado por Bachelard (1996) como *animismo*. Segundo Bachelard, o animismo torna-se um obstáculo à compreensão de fenômenos físicos ao recorrer a conceitos biológicos e à noção de *vida* para explicá-los. Para este autor, esta noção foi “muito visível nos séculos XVII e XVIII, a ponto de [...] constituir um dos traços distintivos do espírito pré-científico” (BACHELARD, 1996, p. 27). A vida é elevada a uma propriedade generalizada, de modo que, quando uma substância deixa de possuí-la, perde sua essência. O caráter afetivo da vida, quando utilizado para a interpretação dos fenômenos biológicos, conduz à ideia de que “o objetivo de todo organismo é viver” (LARENTIS et al, 2010).

No presente estudo, verificou-se que 20 dos 36 estudantes (ou 55,6 %) assinalaram as alternativas “A” ou “C” da questão 6, sugerindo que o parasita em questão busca a todo custo sobreviver e para isso usa estratégias para manipular o sistema nervoso do hospedeiro e modificar o seu comportamento. E, ainda, esta visão vitalista é acompanhada de uma visão finalista por mais da metade dos estudantes (52,8 %), que, em resposta à questão 8, identificaram uma meta no processo evolutivo em questão (as interações entre parasitas e seus hospedeiros), ou seja, que “a seleção natural certamente irá agir no sentido de manter na população aqueles indivíduos resistentes à infecção pelo parasita”.

A visão vitalista constitui um obstáculo maior para a Biologia por representar uma posição conceitual nesta ciência, enquanto o animismo para a Física ou a Química opera no nível das *imagens* (PÊCHEUX E FICHANT, 1971). O vitalismo, segundo Mayr, “era uma reação natural ao mecanicismo grosseiro de Descartes” (MAYR, 2005, p. 37). Parece-nos adequada, portanto, a crítica de Canguilhem à concepção do mecanicismo como sendo progressista em relação ao vitalismo (CANGUILHEM, 1976). Os mecanicistas concebiam o vitalismo como loucura e foi necessário compreendê-lo como *erro* para que houvesse o rompimento conceitual com esta concepção.

Com relação ao termo “corrida armamentista” (questão 7), trata-se de uma metáfora (ou – o que seria pior – uma posição conceitual) correntemente utilizada por vários pesquisadores, principalmente na área de imunologia. Conforme investigado anteriormente, este termo pode fornecer “uma falsa ideia de que o organismo em questão desenvolve características para se adaptar ao meio e não que o ambiente cria pressões seletivas sobre os organismos” (LARENTIS et al, 2010). No presente trabalho, investigamos se os estudantes achavam este termo apropriado. Vale ressaltar que em uma aula anterior à entrega dos questionários, foi discutido em sala-de-aula um trecho de um artigo científico em que esse termo era utilizado para se tratar da relação entre parasitas e hospedeiros. Ainda assim, foi possível verificar que quase a metade dos estudantes (47,2 %) concordam com a expressão, como pode-se observar em algumas respostas destacadas abaixo:

“Sim. Porque em relação a um processo evolutivo, *quanto mais mecanismos o parasita demonstrar ao tentar infectar o hospedeiro, o hospedeiro irá especializar-se mais em combater o parasita*, gerando uma competição por um modo de sobrevivência.”

“Sim, pois *a relação hospedeiro-parasita pode ser análoga à corrida armamentista em que duas nações desenvolvem cada vez mais as suas armas bélicas a fim de destruir seu oponente.*”

“Sim, pois este termo foi criado *a partir da tensão do pré-segunda guerra mundial*, onde as duas grandes potências buscavam desenvolver *técnicas de batalhas* que possibilitassem

sua vitória perante o inimigo, *sendo esta uma relação semelhante à evolução das interações entre parasitas e seus hospedeiros.*”

“Sim, porque os dois “buscarão” novas maneiras de afetar e se defender gerando assim uma corrida para ver quem ‘vencerá’.”

Dentre aqueles que não concordam com o termo, há duas respostas em que se identifica o “instinto de sobrevivência” como sendo capaz de induzir o surgimento de mecanismos biológicos. Uma aparente contradição pode ser vista no segundo excerto, em que o(a) estudante postula ocorrências de mutações ao acaso:

“Não. Pois trata-se de mecanismos biológicos de defesa do hospedeiro, *e o instinto de sobrevivência de ambos.*”

“Não muito apropriado, *mas penso que realmente cada indivíduo quer sua sobrevivência, não sendo capaz de alterar ou desenvolver mecanismos, ocorre (sic) mutações ao acaso.*”

Dois estudantes não acharam o termo apropriado, no entanto, creditaram o desenvolvimento de mecanismos biológicos à busca por uma relação “harmônica” entre hospedeiro e parasita e não a uma relação “de guerra” como a expressão sugere:

“O termo não é apropriado, pois o parasita necessita de seu hospedeiro e se simplesmente começasse a exterminar seus hospedeiros, posteriormente teria a dificuldade de encontrar outra espécie para hospedar. Então o que ocorre são adaptações no sentido do hospedeiro tentar proteger seu organismo e o parasita tentar se manter no organismo do hospedeiro.”

“Não, porque a relação hospedeiro-parasita é influenciada pela seleção natural. (...) Logo a sobrevivência dos hospedeiro e do parasita depende de adaptações que contribuam para a harmonia entre ambos”.

Foi possível, por fim, encontrar respostas que relacionam corretamente a ocorrência de mecanismos envolvidos na relação entre parasitas e hospedeiros com a aleatoriedade do processo evolutivo (33,3 %). Dentre estas algumas citaram a discussão realizada previamente acerca dos limites vitalistas e teleológicos encontrados na expressão, como pode-se observar abaixo:

“Não. Porque este termo *leva-nos a atribuir características humanas a seres irracionais* no caso os parasitas.”

“No início da discussão sobre o sistema imunológico este tipo de referência auxiliou um melhor entendimento (sic) do assunto, porém nos dias de hoje *esse tipo de comparação tende a atrasar o desenvolvimento da questão*, pois o hospedeiro não tem uma personalidade própria, nem o parasita, para serem tratados como guerreiros. Logo, este termo não é apropriado, pelo “meu” ponto de vista.”

A segunda resposta apresentada acima faz clara alusão ao problema que a metáfora da guerra coloca para a Imunologia. À luz da epistemologia Bachelardiana, pode-se dizer que esta metáfora tornou-se um obstáculo à compreensão do sistema imune, embora possa ter permitido determinados avanços em outro momento histórico. Segundo Adel Mahmoud (2010), o desenvolvimento de novas vacinas, assim como o conhecimento acerca dos mecanismos pelos quais as vacinas atuam está estagnado atualmente. E isso acontece porque “a metáfora da Guerra – nós contra eles – falhou não apenas devido ao desenvolvimento da resistência, mas, mais importante, porque a prevenção e o controle necessitam de estratégias multifacetadas” (MAHMOUD, 2010, tradução nossa), o que não é permitido pela metáfora da guerra.

## Conclusão

Neste trabalho buscamos identificar concepções que podem atuar como obstáculos epistemológicos para a compreensão de fenômenos biológicos que necessitem de alguma forma evocar as noções de “função” ou a teoria evolutiva. Apesar da defesa da manutenção do pensamento teleológico na Biologia (e.g. FERREIRA, 2003) ou mesmo da linguagem teleológica para fins didáticos (e.g. AZEVEDO, 2007), compartilhamos da posição de que não há espaço para a teleologia na Biologia *ou mesmo em qualquer ciência*, assim como deve-se evitar o uso da linguagem teleológica, ainda que como metáfora, em artigos científicos ou em sala-de-aula. A teleologia, assim como as demais concepções identificadas nas respostas dos estudantes, representam posições conceituais que atuam como obstáculos ao desenvolvimento das ciências e à construção do conhecimento científico.

## Referências

- AZEVEDO, Maicon J. C. **Explicações teleológicas no ensino de evolução: um estudo sobre os saberes mobilizados por professores de Biologia**. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal Fluminense, 2007.
- BACHELARD, Gaston. **A Formação do Espírito Científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.
- BACHELARD, Gaston. **Conhecimento comum e conhecimento científico**. In: O Materialismo racional. Tradução de João Gama, 1990, p. 27-46.
- CANGUILHEM, Georges. **El conocimiento de la vida**. Barcelona: Editorial Anagrama, 1976.
- COUTINHO, Francisco Ângelo; MORTIMER, Eduardo Fleury; EL-HANI, Charbel Niño. **Construção de um perfil para o conceito biológico de vida**. Investigações em Ensino de Ciências 12(1): p. 115-137, 2007.
- CUMMINS, Robert. **Neo-teleology**. In: Cummins, Ariew and Perlman (eds Functions and functional analysis in the philosophy of biology and psychology. Oxford: Oxford University Press 2002, p. 157-172.
- FERREIRA, Marcelo Alves. **A teleologia na biologia contemporânea**. Scientia Studia, Vol. 1, No. 2: p. 183-193, 2003.
- GOULD, Stephen Jay. **Sombras de Lamarck**. In: O Polegar do Panda, Gradiva Publicações Ltda., Lisboa. 1980.
- HALMENSCHLAGER, Karine Raquel; GEHLEN, Simoni Tormöhlen. **Bachelard e a educação em ciências: uma revisão em periódicos científicos brasileiros**. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (XVIII SNEF) 2009. Vitória: UFES, 2009.
- JUNIOR, Jair Lopes; GOMES, Paulo Cesar. **Ensino de biologia: de Lamarch a Bachelard – algumas aproximações possíveis**. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (III EnPEC). Florianópolis: UFSC, 2009.
- LARENTIS, Ariane Leites; RIBEIRO, Manuel Gustavo Leitão; PEREIRA, Alyson Gomes et al. **Vitalismo e Teleologia nas concepções de pós-graduandos em Bioquímica: a experiência da disciplina Lógica e Filosofia da Ciência do IQ-UFRJ**. In: III Encontro Nacional de Ensino de Biologia (III ENEBIO) e V Congresso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales. Fortaleza: UFCE, 2010. 12 p. CD.
- LOPES, Alice Casimiro. **Currículo e Epistemologia**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007. 232 p.

MAHMOUD, Adel. **Vaccines at crossroads**. Global Health Magazine Fall 2010. Disponível em <[http://www.globalhealthmagazine.com/top\\_stories/vaccines\\_at\\_crossroads](http://www.globalhealthmagazine.com/top_stories/vaccines_at_crossroads)>. Acesso em: 27 jun. 2011.

MAYR, Ernst. **Biologia, Ciência Única**: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. 266 p.

MAYR, Ernst. **Cause and Effect in Biology**. Kinds of causes, predictability, and teleology are viewed by a practicing biologist. *Science* 134: p. 1501-1506, 1961.

NUNES-NETO, Nei Freitas; EL-HANI, Charbel Niño. **O que é função? Debates na filosofia da biologia contemporânea**. *Scientia Studia* Vol. 7, No. 3: p. 353-401, 2009.

PÉCHEUX, Michel; FICHANT, Michel. **Sobre a História das Ciências**. Lisboa: Editorial Estampa, 1971. 195 p.

RIBEIRO, Manuel Gustavo Leitão; LARENTIS, Ariane Leites; CALDAS, Lúcio Ayres et al. **Teoria Darwinista da Evolução: identificação de concepções teleológicas entre estudantes do primeiro período de graduação em Ciências Biológicas**. In: III Encontro Nacional de Ensino de Biologia (III ENEBIO) e V Congresso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales. Fortaleza: UFCE, 2010. 11 p. CD.

RIBEIRO, Manuel Gustavo Leitão; LARENTIS, Ariane Leites; CALDAS, Lúcio Ayres et al. **De Gaston Bachelard a Ernst Mayr: a noção de “obstáculo teleológico”**. In: *Scientiarum Historia* IV. 4º Congresso de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia. Rio de Janeiro: UFRJ, 2011. 7 p. CD.

RICHARDSON, Daniel R. **A survey of students' notions of body function as teleologic or mechanistic**. *Am. J. Physiol.* 258 (Adv. Physiol. Educ. 3): p. 8-10, 1990.

ROQUE, Isabel Rebelo. **Sobre girafas, mariposas, corporativismo científico e anacronismos didáticos**. *Ciência Hoje* 200: p. 64-67, 2003.

SCADDING, S. R. **Do 'Vestigial Organs' Provide Evidence for Evolution?** *Evo. Theory* 5: p. 173-176, 1981.