



III ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA
IV ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA DA REGIONAL 05 (NORDESTE)
V CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS EXPERIMENTALES

Teoria Darwinista da Evolução: identificação de concepções teleológicas entre estudantes do primeiro período de graduação em Ciências Biológicas

Manuel Gustavo Leitão Ribeiro^{1*}, Ariane Leites Larentis²,
Lúcio Ayres Caldas³, Luiz Eduardo Kaercher⁴, Marcelo Hawrylak Herbst⁵,
Rodrigo Volcan Almeida⁶, Luiz Mors Cabral^{1*}

¹Instituto de Biologia-UFF; ²Fiocruz; ³Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho-UFRJ;
⁴Instituto Nacional da Propriedade Industrial; ⁵Departamento de Química-UFRRJ; ⁶Instituto de Química-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.

*E-mail: ribeiro@vm.uff.br, luzmors@gmail.com

Palavras-Chave: teleologia, epistemologia, obstáculos epistemológicos, Bachelard, Mayr.

Eixo Temático:

1. Processos de Ensino-Aprendizagem em Ciências e Biologia

RESUMO

Foram investigadas as concepções teleológicas presentes entre estudantes do primeiro período do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal Fluminense, durante a disciplina de Iniciação à Pesquisa I. Foram empregados como referenciais teóricos a noção de obstáculo epistemológico proposta por Gaston Bachelard e as categorias de teleologia propostas por Ernst Mayr. Foi verificado que a grande maioria dos estudantes apresenta compreensões teleológicas – em níveis variados – do processo de seleção natural, o que muitas vezes é reforçado (ou não combatido) pelos livros didáticos utilizados no ensino de Biologia.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho surgiu a partir da reformulação da ementa da disciplina de Iniciação à Pesquisa I, ministrada como matéria obrigatória do primeiro período do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal Fluminense, que tem por objetivo apresentar aos alunos conceitos básicos relacionados à investigação científica. Historicamente, desde a criação do curso no ano de 2000, a disciplina se dedicava ao ensino do preparo de soluções, reforçando conceitos de normalidade, molaridade, técnicas de pesagem, manuseio de equipamentos básicos como centrífuga e autoclave. Paralelamente, professores eram convidados para apresentarem as linhas de pesquisa de seus respectivos laboratórios. Nesse modelo e com o passar dos anos, a disciplina foi perdendo popularidade entre os alunos e as salas eram encontradas frequentemente vazias.

Em nosso entendimento, uma disciplina de Iniciação à Pesquisa voltada para estudantes que acabam de entrar na Universidade deveria ser focada na discussão de temas relacionados ao processo de construção do conhecimento científico e de metodologias científicas, envolvendo a discussão de pesquisas em desenvolvimento na área de Biologia.

Na disciplina reformulada, o objetivo das discussões sobre o processo de construção do conhecimento científico foi familiarizar o estudante com conceitos que permeiam a Epistemologia, além de investigar como as concepções teleológicas poderiam estar presentes entre os estudantes. As aulas teóricas cobriram temas como indutivismo, falsificacionismo, objetivismo, a noção de paradigma e o anarquismo científico de Feyerabend, a revolução científica proporcionada por Darwin e uma introdução à noção de obstáculo epistemológico nas ciências proposto por Bachelard. Na discussão específica de metodologias científicas,

foram abordadas as técnicas de pesquisa bibliográfica, pois consideramos de fundamental importância que desde o primeiro período os estudantes sejam capazes de distinguir entre o que é conhecimento científico e o que é divulgação científica, além de iniciarem um processo de visão crítica em relação ao processo de produção de artigos científicos e alocação de verbas para a pesquisa científica. Os estudantes foram também colocados em contato com situações concretas de condução de uma pesquisa científica, através da discussão de teses de estudantes de pós-graduação, enfocando a pergunta biológica, as diferentes maneiras de abordar uma questão científica, as técnicas adequadas para a obtenção da resposta e os resultados alcançados até o momento, além das dificuldades da investigação científica (econômicas, ideológicas, etc.), especialmente no Brasil.

O presente trabalho é também fruto de discussões do tema “*Teleologia nas Ciências Biológicas*” entre professores e pesquisadores de diferentes áreas e instituições do Rio de Janeiro, reunidos no Grupo Interinstitucional e Interdisciplinar de Estudos em Epistemologia^a. A discussão surgiu com base na noção de Obstáculo Epistemológico, apresentada por Gaston Bachelard em 1938 em “*A Formação do Espírito Científico*” e nas categorias teleológicas propostas por Ernst Mayr em “*Biologia – Ciência única*”. Bachelard discute que é em termos de obstáculos no próprio ato de conhecer que o problema do conhecimento científico deve ser colocado, como causas de estagnação, inércia e até de regressão da ciência [1]. Segundo o autor, o ato de conhecer ocorre somente “*contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos*” e ao mesmo tempo superando os obstáculos identificados por Bachelard como Obstáculos Epistemológicos Gerais (a experiência/observação primeira e a generalização prematura) e Obstáculos Epistemológicos Particulares (obstáculo verbal, conhecimento unitário e pragmático, obstáculo substancialista e obstáculo animista) [1]. A teleologia, que pode ser enquadrada como obstáculo ao desenvolvimento do conhecimento científico “conhecimento unitário e pragmático” proposta por Bachelard, é considerada por Mayr a ideologia que mais influenciou a Biologia: “*talvez nenhuma outra ideologia tenha influenciado a biologia mais profundamente que o pensamento teleológico*” [2].

Partimos da concepção de que o surgimento de uma ciência requer um corte epistemológico [3], que ocorre numa determinada conjuntura histórica em que os conceitos daquela disciplina científica se demarcam de ideologias e filosofias que impedem seu desenvolvimento. Em muitos casos, os obstáculos epistemológicos surgem não apenas como entrave à destruição do conhecimento comum e construção do conhecimento científico, mas também como uma regressão a concepções pré-científicas [1]. Isto não quer dizer, no entanto,

^a www.epistemologia.ufrj.br

que há um rompimento total com as ideologias que interferem no avanço de uma ciência, ideologias estas que na maioria das vezes nem os próprios cientistas estão conscientes [4].

De forma a investigar como as concepções teleológicas poderiam estar presentes entre os estudantes, utilizou-se um tema que era objeto de discussão na disciplina: a teoria da evolução proposta por Darwin. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi o de investigar de que forma esta ideologia (teleologia) pode representar um entrave à compreensão do processo de evolução das espécies entre estudantes do primeiro período do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal Fluminense.

METODOLOGIA

No primeiro dia de aula da disciplina Iniciação à Pesquisa I, um *slide* foi apresentado aos estudantes do primeiro período do curso de Ciências Biológicas, ingressos na UFF em 2010/1. O *slide* mostrava a foto de um pássaro que possuía um bico que o permitia alimentar-se do pólen de uma flor de haste comprida (Figura 1). Abaixo da fotografia, foi acrescentada uma frase de JH Campbell (1985): *“Torna-se cada vez mais evidente que o organismo desenvolve estruturas especiais para promover suas capacidades de evoluir e que essas estruturas expandem enormemente o escopo do processo evolutivo”*, que é utilizada por Mayr [2] como exemplo da incorporação de capacidade teleológica à evolução, persistindo mesmo na literatura recente. Os estudantes foram então solicitados a escrever um parágrafo sobre o que compreendiam daquele *slide* à luz do que haviam aprendido (na escola ou em outras fontes) sobre a teoria da evolução proposta por Darwin. Foram recolhidos 27 textos dos estudantes não identificados produzidos em sala de aula.



Figura 1. Slide apresentado no primeiro dia de aula aos estudantes do primeiro período do curso de Ciências Biológicas da UFF: "Fotografia do besourinho-de-bico-vermelho (*Chlorostilbon aureoventris*) rondando a *Salvia guaranítica*" (de Antonio CBC Lopes, disponível no endereço <http://creative.ly/search/q/CBC%20Radio3%20Image%20of%20the%20day?size=normal>).

RESULTADOS

A partir das discussões das categorias de teleologia propostas por Mayr e da epistemologia de Bachelard, buscou-se identificar, nos textos produzidos, como a teleologia poderia estar presente entre os estudantes de Ciências Biológicas, mais especificamente nas concepções sobre a teoria da evolução proposta por Darwin.

Dos textos recolhidos, pode-se perceber que poucos são os estudantes que chegam ao primeiro período do curso de Ciências Biológicas com uma visão correta do processo de evolução, do ponto de vista científico. Muitos estudantes compreendem que a **adaptação** é o objetivo do processo evolutivo e que o "fim" do processo tem um sentido pré-determinado, ou seja, o organismo adaptado:

- 1) "A tendência natural é a adaptação... A adaptação é o objetivo."
- 2) "... tal processo (aprimoramento) justifica-se quando se destacam as variações ambientais às quais os seres são submetidos e as mutações genéticas aleatórias decorrentes destas."

No excerto (2) acima, percebe-se que, apesar de identificar as mutações como aleatórias, o estudante as identifica como necessárias ao aprimoramento. O *aprimoramento* ou a *melhoria* do organismo é visto muitas vezes como inerente ao processo evolutivo e que o avanço da ciência permite cada vez mais a identificação deste fenômeno:

3) *“Com o passar do tempo e com observações mais precisas dos organismos, o desenvolvimento de estruturas para melhor adaptação dos seres no ambiente é cada vez mais evidente, isso contribui para a evolução e também para o aparecimento de novas espécies.”*

4) *“A evolução nos seres vivos é um processo demorado que é desencadeado para a melhor adaptação desses seres ao meio ambiente.”*

Muitas vezes é possível identificar que o estudante enxerga a *sobrevivência* ou a *perpetuação* como o objetivo primordial da evolução:

5) *“... é mais do que provado que o ser vivo sofreu mudanças para sua sobrevivência e posterior evolução.”*

6) *“A adaptação ao meio é uma questão de sobrevivência.”*

Nos excertos (7) e (8), observa-se que há uma tendência em pensar que ocorre uma mudança “*consciente*” do ser vivo em direção a sua adaptação:

7) *“...os organismos se adaptam às mudanças para garantir sua perpetuação.”*

8) *“Um organismo desenvolve características únicas e as perpetua, caso sejam “aceitas” pela seleção natural aumentando a abrangência de espécies e também faz com que outros organismos ligados a ele também se desenvolvam”*

A aleatoriedade ou o acaso são algumas vezes corretamente apontados como fazendo parte do processo evolutivo, como pode ser visto nos trechos a seguir:

9) *“... um conceito equivocado seria que organismos “desenvolvem” estruturas para sua evolução. Tais mudanças são aleatórias...”*

10) *“O aparecimento ou não de estruturas não tem um sentido determinado e sim ocorrem ao acaso durante o processo evolutivo.”*

11) *“... muitos outros pássaros foram extintos (...) e só aquele que, por acaso, sofreu mutações favoráveis expandiu o escopo do processo evolutivo.”*

No entanto, algumas vezes, apesar de apontarem a influência do acaso na evolução, os estudantes ainda apostam na adaptação como uma condição necessária e consciente:

12) *“Certamente a evolução acha meios para ocorrer (...) Embora não intencional é evidente que os organismos desenvolvem estruturas que favorecerão sua perpetuação e evolução...”*

13) *“A frase é inconsistente, pois, na verdade, o organismo é quem se adapta ao que lhe é imposto pelo meio e o desenvolvimento se dá pelas variações que ocorrem nas populações.”*

Por último, é possível identificar que Lamarck e a teoria da evolução por ele proposta são vistas de forma pejorativa/negativa por alguns estudantes, como se esse pesquisador pouco houvesse contribuído para a compreensão do processo evolutivo ou que suas idéias eram completamente erradas:

14) *“A frase explicita algumas características de evolução como uso e desuso de órgãos e o princípio da hereditariedade baseados no pensamento de Lamarck; porém a idéia mais aceita seria a de Darwin sobre a seleção natural, em que o organismo mais adaptado prevalece sobre os outros.”*

15) *“... essa frase apresenta fortes tendências lamarckistas visto que não é de forma consciente que o organismo (...) tem (ou não) determinada característica.”*

DISCUSSÃO

Talvez nenhum dos conceitos fundamentais da Biologia provoque tanta inquietação quanto as teorias evolutivas. Segundo Gould [5], a evolução dos seres vivos é o mais importante e também o mais mal compreendido de todos os temas da Biologia. Essa observação contrasta com a realidade de que alguns dos princípios básicos que norteiam a teoria da evolução são simples e facilmente apreendidos, sendo eles:

1) os seres vivos mudam e essas variações são herdadas (pelo menos em parte) por seus descendentes;

2) os organismos produzem mais descendentes do que aqueles que podem sobreviver.

Essas duas observações levam a uma conclusão: as variações favoráveis crescerão nas populações reguladas pela seleção natural [5].

É provável que o motivo das grandes controvérsias que envolvem o tema evolução, não esteja exatamente no caráter científico do assunto, e sim, na enorme gama de implicações que o tema desperta em diferentes áreas do conhecimento humano. Nos séculos anteriores ao lançamento da *“Origem das espécies”* de Darwin em 1859 [6], a ciência estava extremamente ligada à religião e o homem conservava seu lugar no centro do universo. Um dos aspectos

mais revolucionários da teoria darwinista é a conclusão de que o *acaso*^b desempenha um papel fundamental no processo evolutivo, retirando do imaginário humano a ideia de que somos seres especiais, de alguma forma protegidos pelos desígnios de uma deidade. A partir dessa ruptura, quem quer que se dedique ao estudo científico do Darwinismo é levado, pela força da teoria, a desacreditar que somos especiais ou que a natureza tenha sido arquitetada para nosso usufruto. Darwin não descobriu a evolução, mas postulou uma abordagem materialista – a seleção natural – capaz de explicar o surgimento e a diversidade das espécies, o que, por sua vez, deveria romper com as concepções fixistas, místicas e pré-científicas que negavam a aleatoriedade do processo evolutivo. Para Darwin, as variações úteis (que mais tarde seriam explicadas através da ocorrência de mutações) em um organismo ocorriam ao acaso e eram selecionadas graças às *“relações infinitamente complexas com os outros organismos e com as condições físicas de vida”* [6]. De acordo com este conceito, os organismos que hoje existem são o resultado de diferentes relações que se estabeleceram ao longo de 2 bilhões de anos, desde o surgimento dos organismos mais simples, relações estas que se deram dentro uma determinada contingência, onde participam as características internas ao organismo – o genoma e as interações que se desenvolvem a partir dele – e as características externas – o ambiente. Portanto, a adaptação do organismo ao ambiente, como definiu Darwin, não é um processo teleológico, mas sim definido de forma materialista através do encontro fortuito entre as mutações e as modificações ambientais. Apesar da solidez da teoria da seleção natural, passados 150 anos desde a sua publicação por que ainda encontramos obstáculos às rupturas que deveriam surgir como resultado do corte epistemológico em Biologia, necessárias ao desenvolvimento desta ciência?

Essa e outras questões encontram no ensino da evolução um local de convergência, onde as subjetividades entram em conflito – um conflito que, dada a força das teorias que rivalizam, quase nunca é resolvido. É comum, portanto, que estudantes já no final do ensino médio, construíssem seu conhecimento sobre evolução através de uma mescla de religião e ciência, convivendo de forma aparentemente pacífica com idéias conflituosas.

De acordo com Santos e Bizzo [8], conforme ocorre o ensino da teoria darwinista da evolução, as crenças religiosas vão sendo desafiadas e, através de elaborações cognitivas, os conteúdos vão sendo elaborados e reorganizados de forma a manter as crenças religiosas. Conforme discutido por Trigo *et al.* [9], nessa etapa de reorganização é que surgem as

^b Segundo Gould [7]: *“Este termo é infeliz porque não queremos dizer acaso no sentido matemático de igualmente provável em todas as direcções. Simplesmente, entendemos que a variação ocorre sem orientação preferida nas direcções adaptativas.”*

distorções na compreensão da teoria evolutiva de Darwin, sempre como uma tentativa de compatibilizar campos científico e religioso

Vem do campo religioso a interpretação finalista dada aos processos evolutivos, ou seja, a crença de que as modificações ocorrem sempre orientadas por uma força imaterial no sentido da perfeição em níveis mais elevados. No entanto, creditar essa interpretação finalista somente a uma elaboração equivocada de estudantes religiosos é uma visão simplista demais. A visão finalista dos processos evolutivos encontra eco dentro do próprio pensamento biológico.

As formulações teleológicas são aquelas em que os fins são utilizados como a base para a explicação, ou seja, o argumento teleológico baseia-se na noção de que as entidades foram construídas para atender a um determinado fim: se a temperatura do ambiente diminui, os animais desenvolvem um “*casaco felpudo*”, compreendem essa necessidade e passam esta característica aos seus descendentes [7]. Assim, segundo a crítica que Gould faz às interpretações teleológicas, “*a variação é dirigida automaticamente para a adaptação*” [7]. Em trabalho recente, foi possível identificar esta visão entre pós-graduandos em Bioquímica e áreas correlatas [10].

Segundo Mayr [2], muitos autores tentaram propor a existência de uma meta em um processo biológico traduzindo a proposição teleológica em uma proposição “*de função*”. Como a palavra “*função*” pode ser usada em muitos sentidos, seu emprego deve ser cuidadoso, de forma a evitar-se a interpretação incorreta de que os papéis biológicos de uma estrutura ou de um órgão não têm uma origem evolutiva. Em livros didáticos de ensino de Biologia, é possível encontrar exemplos de argumentos que podem desencadear interpretações teleológicas / finalistas (grifos nossos):

(a) Forma das células: “*A forma das células varia. Cada célula tem uma forma adaptada à sua função que é controlada pelos seus genes e influenciada por vários fatores externos*” (p. 35) [11];

(b) Importância dos neurônios: “*Os neurônios são as células fundamentais do tecido nervoso e têm as propriedades de irritabilidade (excitabilidade) e condutibilidade. São eles, ainda, os responsáveis pelas funções mais nobres do cérebro humano, tais como o raciocínio, a memória e as emoções*” (p. 376) [12];

(c) Importância dos peroxissomos: “*A principal função dos peroxissomos é a oxidação dos ácidos graxos, que serão utilizados para a síntese de colesterol e de outros compostos importantes, além de constituírem matéria-prima para a respiração celular, cuja função é a obtenção de energia*” (p. 140) [13].

CONCLUSÕES

Neste trabalho foram investigadas as concepções teleológicas presentes entre estudantes do primeiro período do curso de Ciências Biológicas da UFF, usando como referenciais teóricos a noção de obstáculo epistemológico proposta por Bachelard e as categorias de teleologia propostas por Mayr. Foi verificado que a grande maioria dos estudantes apresenta compreensões teleológicas – em níveis variados – do processo de seleção natural. Uma inspeção de livros-texto utilizados no ensino de Biologia mostrou que tais concepções equivocadas (ou que permitem uma interpretação finalista) estão ali reproduzidas, o que pode reforçar entre os estudantes as noções teleológicas.

Acreditamos que a identificação de estas concepções permita a elaboração de novas abordagens de ensino visando à superação dos obstáculos que entram o desenvolvimento do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BACHELARD, G. **A Formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- [2] MAYR, E. **Biologia, Ciência Única: Reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- [3] PÉCHEUX, M.; FICHANT, M. **Sobre a História das Ciências**. Lisboa: Editorial Estampa, 1971.
- [4] LEWONTIN, R.C. **Biologia como ideologia. A doutrina do DNA**. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2001.
- [5] GOULD, S. J. **Darwin e os Grandes Enigmas da Vida**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- [6] DARWIN, C. **The origin of species by means of natural selection**. Tradução E. N. Fonseca. Curitiba: Hemus/Novo Século, 2000.
- [7] GOULD, S. J. **O Polegar do Panda: reflexões sobre História Natural**. Lisboa: Gradiva Publicações. 1980.
- [8] SANTOS, S.C.; BIZZO, N. **O ensino e a aprendizagem no cotidiano da sala de aula**. Coletânea do VII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia. São Paulo, 2000.

- [9] TRIGO, E.F. *et al.* **Origem da vida, evolução, acaso e crenças religiosas – um encontro cultural na sala de aula de Biologia – O caso dos alunos de uma escola pública da rede federal de ensino.** Anais do II Encontro Regional de Ensino de Biologia. São Gonçalo, 2003.
- [10] ALMEIDA, R.V., LARENTIS, A.L., RIBEIRO, M.G.L. *et al.* **Vitalism as an Epistemological Obstacle to Biochemical Knowledge .** XXXIX Annual Meeting of SBBq. Foz do Iguaçu, 2010.
- [11] LINHARES; S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia.** São Paulo: Ática, 2005.
- [12] SILVA-JÚNIOR, C.; SASSON, S. **Biologia.** São Paulo: Saraiva, 2005.
- [13] AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R. **Biologia.** São Paulo: Scipione, 2005.