



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

Vitalismo e Teleologia nas concepções de pós-graduandos em Bioquímica: a experiência da disciplina Lógica e Filosofia da Ciência do IQ-UFRJ

Ariane Leites Larentis^{1a*}, Manuel Gustavo Leitão Ribeiro^{2a*}, Alyson Gomes Pereira³, Bruno da Cunha Cabral³, Carlos Henrique Saraiva Garcia³, Daniel Passos da Silva³, Fabio Cesar Sousa Nogueira³, Graziela Jardim Pacheco³, Lívia Vieira de Araújo³, Lucia Moreira Campos Paiva³, Lúcio Ayres Caldas^{4a}, Luiz Eduardo Kaercher^{5a}, Luiz Fernando Dias Tavares³, Marcelo Hawrylak Herbst^{6a}, Marcelo Victor Holanda Moura³, Márcio Antônio de Barros Sena³, Rachel Santos Levy³, Sérgio Cantú Mannarino³, Thales de Paula Ribeiro³, Gilberto Barbosa Domont³, Rodrigo Volcan Almeida^{3a*}

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

³Grupo Interinstitucional e Interdisciplinar de Estudos em Epistemologia
(www.epistemologia.ufrj.br)

*E-mail: arianelarentis@fiocruz.br; ribeiro@vm.uff.br; volcan@iq.ufrj.br

Palavras-Chave: vitalismo/animismo, teleologia, obstáculos epistemológicos, Bachelard

Eixo Temático:

1. Processos de Ensino-Aprendizagem e m Ciências e Biologia

RESUMO

A partir do estudo da epistemologia de Bachelard na disciplina Lógica e Filosofia da Ciência, da Pós-Graduação em Bioquímica do IQ da UFRJ, buscou-se identificar obstáculos ao desenvolvimento do conhecimento científico na prática de pós-graduandos em bioquímica e áreas correlatas. Um questionário com perguntas específicas e excertos de artigos científicos de revistas de qualidade reconhecida foi respondido por 29 pós-graduandos de diferentes cursos da UFRJ e de outras universidades brasileiras, que nunca cursaram disciplina relacionada à epistemologia. Foi possível identificar concepções vitalistas (animismo) e teleológicas (obstáculo pragmático e unitário), em afirmações como a existência de objetivos/finalidades na adaptação dos organismos.

INTRODUÇÃO

Este trabalho surgiu do estudo da epistemologia de Gaston Bachelard na disciplina Lógica e Filosofia da Ciência da Pós-Graduação em Bioquímica do Instituto de Química da UFRJ. A partir de sua noção de Obstáculo Epistemológico, apresentada em 1938 em *“A Formação do Espírito Científico”*, 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 e até de regressão da ciência [1]. Os Obstáculos Epistemológicos Gerais identificados por Bachelard são a experiência/observação primeira e a generalização prematura, enquanto entre os Obstáculos Epistemológicos Particulares estão obstáculo verbal, conhecimento unitário e pragmático, obstáculo substancialista e obstáculo animista [1].

Neste trabalho buscou-se identificar os obstáculos ao desenvolvimento do conhecimento científico na prática de pós-graduandos em bioquímica e áreas correlatas, dando ênfase à presença de concepções vitalistas (animismo) e teleológicas (obstáculo pragmático e unitário).

Bachelard caracteriza o obstáculo animista ao analisar a interferência de noções presentes no campo da biologia ao entendimento de fenômenos da física e da química [1]. Michel Pêcheux, em *“Sobre a História das Ciências”* [2] discute que o animismo toma em biologia o nome de vitalismo. Ernst Mayr mostra que, para os vitalistas, as manifestações de vida em um organismo são controladas por uma *“força vital”* (*vis vitalis*) [3]. Segundo Bachelard, a intuição da vida impede um estudo objetivo dos fenômenos físicos. Em lugar de

explicar os fenômenos biológicos por princípios físicos¹, o animismo recorre à noção de *vida* para a explicação dos mesmos:

*“(...) aos entraves quase normais que a objetividade encontra nas ciências puramente materiais, vem juntar-se uma intuição ofuscante que considera a vida como um dado claro e geral. (...) Vida é uma palavra mágica. É uma palavra valorizada. Qualquer outro princípio esmaece quando se pode invocar um princípio *vita l.*” [1]*

Com relação ao obstáculo do conhecimento unitário e pragmático, Bachelard mostra que sua posição no estudo de uma ciência leva a uma concepção finalista e, portanto, teleológica dos fenômenos:

“É unitário no sentido de unidade dos processos naturais, como construído por uma inteligência suprema. É pragmático por que todos estes processos têm uma finalidade, um uso, uma utilidade, que em geral é traduzida pela interpretação do homem. Estes obstáculos são importantes, pois interrompem o raciocínio científico, o aprofundamento no estudo, uma vez que basta achar o elo que conduza a unicidade e a utilidade que o processo de conhecimento se finaliza.” [1]

METODOLOGIA

Um questionário com perguntas específicas e com excertos de artigos científicos de revistas de qualidade reconhecida foi entregue aos estudantes da disciplina Lógica e Filosofia da Ciência, da Pós-Graduação em Bioquímica do Instituto de Química da UFRJ, que entrevistaram pós-graduandos de diferentes cursos da UFRJ e outras universidades brasileiras, que nunca cursaram disciplina relacionada à epistemologia.

O questionário buscou identificar qual o entendimento das *“diferenças entre um sistema químico e um sistema bioquímico”*, além de verificar se os entrevistados concordavam ou conseguiam identificar as concepções vitalistas e teleológicas presentes nos excertos dos artigos e nas questões elaboradas a seguir:

¹ Mayr discute que o tratamento dos fenômenos biológicos como meramente físico-químicos seria um reducionismo mecanicista, um entrave ao desenvolvimento da biologia (fiscalismo) [3]. Este obstáculo foi abordado em outro trabalho [4].

“Comente os seguintes excertos levando em consideração a sua opinião sobre as diferenças entre sistemas químicos e bioquímicos. De acordo com a sua opinião existem contradições nestes parágrafos? Quais?” (Quadro 1).

Quadro 1. Excertos apresentados nos questionários para os pós-graduandos em bioquímica.

<p>a) "Os microrganismos têm personalidade".</p> <p>b) "É bem conhecido que a infecção com <i>T. gondii</i> pode afetar a cognição e o comportamento de roedores. Tais estudos começaram no final dos anos 1970 quando Piekarki e Witting em Bonn começaram estudos sobre os possíveis efeitos de <i>T. gondii</i> latente em camundongos e ratos. O ímpeto para seus estudos parece ter sido o reportado efeito comportamental de outras infecções por parasitas e a conhecida associação de <i>T. gondii</i> congênita com retardo mental. Piekarski e Witting relataram que <i>T. gondii</i> causou prejuízos de aprendizagem em camundongos e ratos e prejuízos de memória em camundongos. Baseando-se nestes resultados, Hay et al. estudaram camundongos infectados com <i>T. gondii</i> e relataram que, comparado aos controles não infectados, o camundongo infectado apresentou atividade aumentada, especialmente em explorar novos ambientes. Estes estudos mais recentes levaram os pesquisadores a formular a hipótese de manipulação. Esta hipótese coloca que o parasita pode alterar o comportamento de seus hospedeiros para aumentar sua taxa de transmissão. O parasita rex de Zimmer fornece intrigantes ilustrações sobre este fenômeno. Webster e colaboradores, inicialmente em Oxford e agora no Imperial College em Londres, souberam dos estudos recentes citados acima e levaram eles adiante. Começando em 1994, eles publicaram uma série de estudos demonstrando que ratos infectados com <i>T. gondii</i> foram mais ativos e menos neofóbicos à urina de gatos do que os controles; as respostas à urina de animais não predadores tais como coelhos não foram alteradas pela infecção toxoplasmática. Estas alterações levariam o rato a ser mais facilmente comido pelo gato, assim completando o ciclo de vida do <i>T. gondii</i> e sendo um exemplo da hipótese de manipulação." Yolken et al. (2009) <i>Parasite Immunology</i> v. 31, pp. 706-715</p> <p>c) "O objetivo de todos os organismos é viver".</p> <p>d) "Muitas bactérias patogênicas escondem-se e crescem em compartimentos intracelulares ligados à membrana, chamados fagossomos, onde elas são protegidas do sistema imune e ainda recebem nutrientes da célula infectada. Esta situação coloca um problema para o hospedeiro. Desta forma a célula hospedeira toma medidas para destruir o patógeno, o qual, obviamente, tenta se defender. Em uma clássica "corrida armamentista" evolucionária, ambos, patógeno e células hospedeiras têm desenvolvido um arsenal de armas, e esta corrida certamente não está terminada." Kuijl and Neeffjes (2009) <i>Nature Immunology</i> v. 10, n. 8, pp. 808-809</p> <p>e) "Parasitas intracelulares usam várias estratégias para invadir as células e subverter as rotas de sinalização celular e, assim, ganhar uma posição contra as defesas do hospedeiro. Entrada eficiente, habilidade para explorar nichos intracelulares, e persistência fazem destes parasitas patógenos traiçoeiros." Siebley et al. (2004) <i>Science</i> v. 304, pp. 248</p>
--

Foram entrevistados 29 estudantes de pós-graduação não identificados (13 mestrandos e 16 doutorandos) que, obrigatoriamente, trabalham na área de bioquímica ou correlatas.

RESULTADOS

Os pós-graduandos entrevistados atuam na prática científica da área de bioquímica entre 2 e 10 anos (tempo médio de 3 anos para mestrandos e 6,5 anos para doutorandos). O curso superior e programa onde desenvolvem suas teses estão sistematizados nas Figuras 1 e 2.

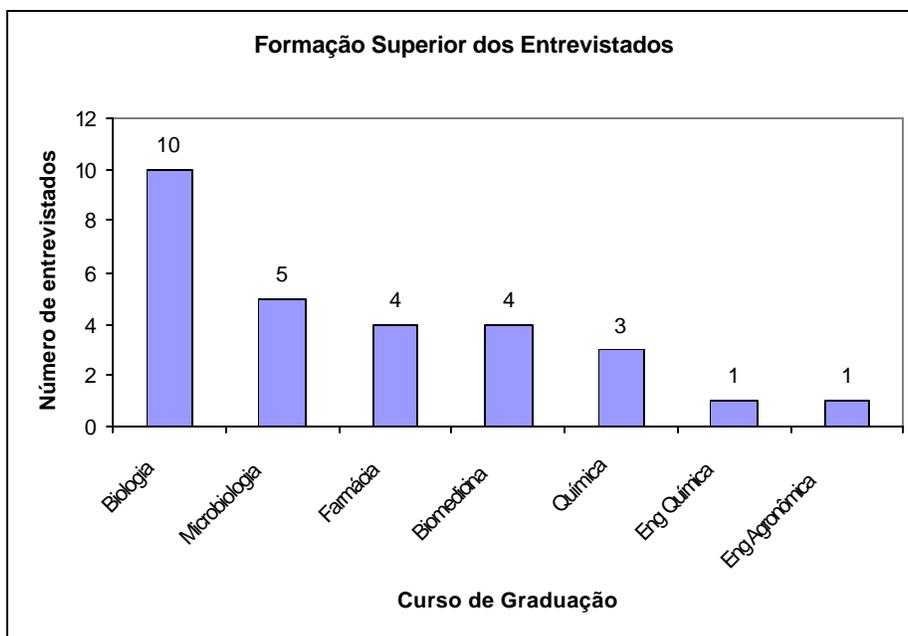


Figura 1. Curso superior dos entrevistados.

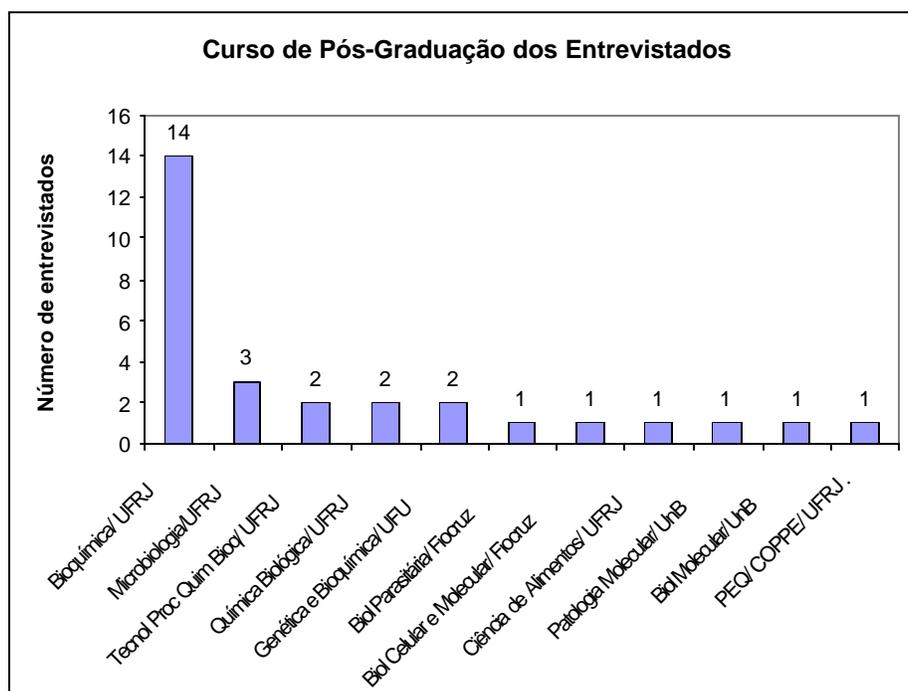


Figura 2. Programa de Pós-graduação dos entrevistados.

Todos os obstáculos epistemológicos discutidos por Bachelard [1] foram identificados nas respostas dos pós-graduandos aos questionários. Em particular, neste trabalho serão discutidas as concepções vitalistas (animismo) e teleológicas (obstáculo pragmático e unitário).

Dos estudantes questionados, apenas 3 de mestrado e 2 de doutorado responderam que não vêem diferença entre um sistema químico e um bioquímico (cerca de 20% do total de entrevistados). Os demais disseram haver diferenças, que poderiam ser relacionadas à origem do reagente utilizado (origem sintética ou biológica), ao sistema bioquímico ser menos nocivo ao ambiente que o químico e à complexidade das reações. Os sistemas bioquímicos foram relacionados pelos pós-graduandos a reações químicas que ocorrem em organismos vivos. Notou-se, em certas respostas, uma diferenciação entre um sistema bioquímico *vivo*, e um sistema químico não *vivo*, como se isto por si só fosse suficientemente claro. Onde estiver presente vida, este é um sistema privilegiado, *bio* químico e, conseqüentemente, não propriamente químico, o que caracterizaria um obstáculo animista/vitalista:

“Um sistema químico pode ser representado por uma interação entre reagentes, equipamentos de laboratório e forças químicas. Nos sistemas bioquímicos, por sua vez, as reações químicas acontecem em organismos vivos, estando expostas a diversas outras variáveis.”;

“A principal diferença está na característica do sistema, se biológico (bioquímico) ou não biológico (químico).”;

“O sistema químico ao sofrer alterações de pH, temperatura, oxigenação ou qualquer outra interferência, responde a essas mudanças de uma maneira única. Já os sistemas bioquímicos têm a capacidade de se adaptarem a certas condições, metabolizarem substâncias, se defenderem e, portanto apresentam várias respostas para um mesmo estímulo, por exemplo.”;

“Os sistemas puramente químicos ocorrentes na natureza são randômicos e, aparentemente, não seguem uma lógica ou objetivo final. Os sistemas bioquímicos têm reações extremamente ordenadas, encadeadas e reguladas, tendo objetivos finais bem definidos, como evolução e perpetuação daquele ser vivo no meio ambiente.”

Destacamos a concepção finalista/teleológica presente neste trecho, ao afirmar existirem *“objetivos finais bem definidos”*, obstáculo ao conhecimento científico identificado por Bachelard como conhecimento unitário e pragmático.

Além disso, é interessante que nenhum dos entrevistados tenha citado reações bioquímicas *in vitro* fora do ambiente celular na comparação dos dois sistemas, o que sugere que o simples prefixo “*bio*” é, assim como “*vida*” em Bachelard, uma palavra mágica, valorizada, que invoca um princípio vital que esmaece qualquer outro princípio [1].

Com relação às questões do Quadro 1, as concepções vitalistas presentes explicitamente na afirmação: “*Os microrganismos têm personalidade*” foram identificadas por mais da metade dos pós-graduandos, de diferentes formas. Entretanto, poucos apresentaram críticas contundentes do tipo:

“Quem tem personalidade são os seres humanos.”;

“Quem tem personalidade são os pesquisadores. Os microrganismos apenas respondem de forma previsível ao meio ambiente.”

Muitos pós-graduandos direcionaram seus comentários no sentido de considerar o termo “*personalidade*” como um sinônimo da diversidade metabólica e de mecanismos utilizados para a colonização de ambientes de tão grande diversidade. Destacamos as respostas:

“Personalidade é um conceito aplicável a animais com um cérebro desenvolvido. Assim, a rigor, os microrganismos não têm “personalidade”. No entanto, a nível de espécie, as características gênicas e metabólicas únicas garantem um fenótipo também único, e esse fenótipo pode ser interpretado com uma “personalidade” do microrganismo.”;

“Podemos dizer talvez que os microrganismos sejam estrategistas.”;

“Personalidade significa ter caráter próprio de uma pessoa ou uma individualidade consciente. Os microrganismos têm “consciência” do que é bom ou ruim para sua sobrevivência.”

Identificamos na primeira das respostas acima que o entrevistado substituiu o conceito científico de “*espécie*”, tão caro e discutido para a área de biologia, pela vaga atribuição de “*personalidade*” dos organismos. A atribuição de personalidade aos microorganismos transmite a idéia de conceito animista/vitalista, no qual os fenômenos são elucidados através de analogias a comportamentos humanos. Assim, o pensamento racional é deixado de lado e acaba por se atribuir ao microorganismo uma competência inexistente.

Nas demais afirmativas, principalmente nos excertos dos artigos, o padrão de resposta dos entrevistados foi a concordância, sem a identificação de obstáculos/concepções vitalistas e teleológicas presentes na “*hipótese de manipulação*”, na sentença “*O objetivo de*

todos os organismos é viver”, na descrição da “*corrida armamentista*” evolucionária e na atribuição dos “*patógenos traiçoeiros*”.

Em uma avaliação crítica sobre o excerto que descreve a hipótese de manipulação, podemos inferir que ele é frágil no sentido de que possui mecanismos indutivos com relação à idéia do microorganismo ter a “*intenção*” de manipular seu hospedeiro para que assim complete seu ciclo de vida. Na análise dos comentários, foi possível observar que a maioria dos entrevistados atribuiu essa “*intenção*” e conseqüente perpetuação de seu ciclo em função da infecção ocasionada. Foram identificadas concepções vitalistas e teleológicas, pois em muitos casos destacou-se o “*objetivo*” do *T. gondii* no planejamento de sua taxa de transmissão. O obstáculo animista objetiva de um modo ingênuo, animar, atribuir vida e muitas vezes propriedades antropomórficas a objetos inanimados. No estágio pré-científico utilizava-se com freqüência fenômenos biológicos como meios de explicação para fenômenos físicos, constituindo-se um obstáculo à compreensão destes fenômenos. Seis respostas criticaram o excerto, das quais destacamos as duas mais críticas:

“O provável é que a infecção afete os sensores olfativos dos camundongos. Desta forma eles não são capazes de identificar o odor do predador e por isso não evitam os locais. Trata-se apenas de uma adaptação eficiente destes microorganismos e não algo habilmente calculado.”;

“Muito interessante esse exemplo de seleção natural. (...) o fato do parasita possuir a capacidade de causar tais prejuízos no comportamento do hospedeiro, isso, foi mero acaso”.

A maioria dos entrevistados não só concordou com o excerto, mas reforçou o seu caráter teleológico, de que há objetivos muito claros no processo de evolução/adaptação dos organismos:

“Se tal hipótese for realmente verdadeira, é uma estratégia e tanto para sobrevivência da espécie. Creio eu que seja possível, uma vez que já foi comprovado que a infecção provoca retardo mental e que o objetivo dos organismos, por menores e mais simples que sejam, seja se perpetuar.”;

“Mais um exemplo de processo adaptativo e inteligente que leva os patógenos ao clã de organismos estrategistas em busca de sobrevivência, mas nem sempre um processo “consciente” .”

Este padrão de respostas foi coerente com a concordância de todos os pós-graduandos de que *“O objetivo de todos os organismos é viver”*. Parece ser inconsciente essa noção de necessidade de sobrevivência de todos os organismos vivos. Bachelard discute sobre a influência desses valores inconscientes na base do conhecimento científico. A noção de *“vida”* é algo tão arraigado na maioria das mentes, como sendo algo de valor mais *“especial”*, que parece impossível qualquer afirmativa que vá de encontro ao axioma de que o objetivo de todos os organismos é viver. É possível que conceitos animistas/vitalistas já incrustados no modo de analisar os fatos, por parte dos entrevistados, os levem a interpretar o mesmo de forma a entender que o objetivo incluía todo um plano, minuciosamente arquitetado por tais microorganismos. A teleologia é explícita na resposta:

“Sem dúvida a luta pela sobrevivência é inerente a qualquer ser vivo. Caso contrário não haveria sentido algum em existir vida.”

No excerto que trata da *“corrida armamentista”*, esta foi interpretada pelos pós-graduandos como o processo com base na evolução e adaptação do microorganismo ao meio ambiente onde se encontra. Entretanto, em respostas como as apresentadas abaixo, percebe-se a partir dos termos *“criar”* e *“desenvolver”*, uma falsa idéia de que o organismo em questão desenvolve características para se adaptar ao meio e não que o ambiente cria pressões seletivas sobre os organismos, ou seja, uma visão teleológica do processo de evolução:

“Sempre existirão novos microrganismos com novas “armas” para poder sobreviver e o sistema imune do hospedeiro sempre irá de alguma maneira defend er-se.”;

”O organismo quer sobreviver, e para isso tem que se defender do sistema imune (...)”

Com relação ao último excerto, os entrevistados analisaram a questão da interação parasita-hospedeiro como um processo de co-evolução, em que os parasitos desenvolvem estratégias para atacar e o hospedeiro para se defender. O termo *“patógenos traiçoeiros”* foi naturalizado, não sendo questionado como uma propriedade antropomórfica aplicada a um sistema biológico, mas, contrariamente, este obstáculo animista/vitalista foi amplamente reforçado como sendo os parasitas *“estrategistas”*, *“eficientes”* ou *“inteligentes”*. As respostas contêm também termos de mecanismos de adaptação por parte do microorganismo com objetivos finalistas:

“Patógenos traiçoeiros é uma conclusão do ponto de vista das células invadidas. Do ponto de vista do patógeno, estes são muito eficientes.”;

“Não sei se “traíçoeiros” seria o adjetivo melhor aplicado a estes parasitas patógenos, mas talvez “inteligentes”.”;

“O que faz desses parasitas “traíçoeiros” é sua própria natureza.”;

“Os parasitas intracelulares necessitam de uma célula hospedeira para sobreviver e, além disso, precisam escapar do “ataque” do sistema de defesa do hospedeiro. Por isso os parasitas dos mais traíçoeiros são aqueles que conseguem se adaptar a este tipo de condições mais “adversas”. São bem habilidosos para escapar “da morte” e continuar o seu ciclo de vida.”

Destaca-se, ainda, que as concepções vitalistas e teleológicas foram observadas nas repostas independente da área de formação superior ou do curso de pós-graduação dos entrevistados.

DISCUSSÃO

As concepções vitalistas/animistas e teleológicas (obstáculo unitário e pragmático) foram discutidas na disciplina Lógica e Filosofia da Ciência como aquelas que mais influenciam no campo da biologia/bioquímica. As concepções de *vida* empregadas para diferenciar um sistema químico e um sistema bioquímico entre a maioria dos entrevistados, assim como a concordância com a maioria dos excertos presentes no Quadro 1, comprovou que estes obstáculos estão presentes e arraigados na prática científica dos pós-graduandos entrevistados.

Para Bachelard, a intuição da vida impede um estudo objetivo dos fenômenos físicos: *“A Vida é uma palavra mágica”* [1]. O obstáculo animista trata a *“vida como um dado claro e geral”* [1], o que seria suficiente, por si só, para diferenciar os dois tipos de sistemas, químico e bioquímico. Segundo Pécheux [2], o papel desempenhado pelo animismo nas ciências físicas não é o mesmo que o do vitalismo na biologia. No campo da física, o animismo funciona ao nível das imagens. O mesmo não ocorre na biologia. Pécheux, ao discutir o vitalismo no campo das ciências biológicas, mostra que ele representa uma posição conceitual nesta ciência:

“Em biologia, o vitalismo representa uma posição conceitual que interveio efetivamente em certos momentos da constituição desta ciência.” [2]

Para a concepção animista/vitalista, a noção de “*vida*” se apresenta como um valor indiscutível. Este raciocínio surge como um obstáculo para se alcançar a objetividade, a “*vida*” elevada ao patamar de conceito é um entrave ao desenvolvimento do conhecimento científico. O obstáculo animista/vitalista constitui-se de um entrave à apropriação dos conceitos científicos e sua compreensão, portanto, exige uma ruptura com estas concepções.

Com relação às concepções finalistas, Ernst Mayr defende que o pensamento teleológico provavelmente tenha sido a ideologia que mais profundamente influenciou a biologia [3]. Mayr discute que não há nenhum apoio para a teleologia na teoria de Darwin apresentada em “*Origem das Espécies*”; que Darwin era teleologista no princípio de seus estudos, mas rompeu com a teleologia com a adoção da seleção natural como mecanismo de mudança evolutiva. Depois que Darwin estabeleceu o princípio da seleção natural, esse processo foi amplamente interpretado como teleológico (tanto por adeptos quanto por opositores); a evolução era com frequência considerada um processo teleológico porque levaria a um “*melhoramento*” ou “*progresso*”. Entretanto, esta visão deixa de ser razoável quando se considera a natureza variacional da evolução darwiniana, que não tem meta final e (re)começa a cada nova geração. A evolução leva frequentemente a “*becos sem saída fatais*” e resultam num “*movimento irregular em zigue-zague na mudança evolutiva*” [3]:

“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. (...) A seleção natural lida com propriedades de indivíduos de determinada geração; ela simplesmente carece de uma meta de longo alcance, embora assim pareça quando se olha para trás, abrangendo uma longa série de gerações.” [3]

Stephen J. Gould resume, em uma única frase, a ausência de “*sentido*” da evolução:

“A extinção é o destino da maioria das espécies.” [5]

CONCLUSÕES

Foi possível identificar concepções vitalistas (animismo) e teleológicas/finalistas (obstáculo pragmático e unitário) nas respostas dos pós-graduandos de todas as áreas de formação e programas de pós-graduação investigados neste trabalho. Aliado ao vitalismo, foi identificada

uma visão pragmática, teleológica do processo de evolução, em afirmações como a existência de objetivos/finalidades na adaptação dos organismos.

Esperamos com este trabalho contribuir para um debate necessário relacionado à construção e desenvolvimento do conhecimento científico, em particular na bioquímica e áreas correlatas. A partir deste diagnóstico verificou-se a necessidade de enfatizar com os estudantes o caráter objetivo/material e não teleológico das ciências tanto no âmbito do ensino de graduação quanto em disciplinas oferecidas em nível de pós-graduação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BACHELARD, Gaston. **A Formação do espírito científico:** contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.
- [2] PÉCHEUX, Michel; FICHANT, Michel. **Sobre a História das Ciências.** Lisboa: Editorial Estampa, 1971. 195 p.
- [3] MAYR, Ernst. **Biologia, Ciência Única:** Reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. 266 p.
- [4] ALMEIDA, Rodrigo Volcan; LARENTIS, Ariane Leites; RIBEIRO, Manuel Gustavo Leitão *et al.* **Vitalismo e Mecanicismo nas Concepções das Diferenças entre Sistemas Químicos e Bioquímicos entre Pós-graduandos.** Submetido ao XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília, 2010.
- [5] GOULD, Stephen Jay. **Darwin e os Grandes Enigmas da Vida.** 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006. 274 p.