

# **Processo de evolução biológica em um Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia (GPEB): A contribuição de discussões epistemológicas para o Ensino de Biologia.**

## **Biological evolution process in a Biology's Epistemology Research Group (GPEB): The contribution of epistemological discussions for Teaching Biology.**

**Thais Benetti de Oliveira**

Programa de Pós Graduação em Educação para Ciência- Unesp Bauru  
thabenetti@fc.unesp.br

**Ana Maria de Andrade Caldeira**

Programa de Pós Graduação em Educação para Ciência- Unesp Bauru  
anacaldeira@fc.unesp.br

### **Resumo**

A Biologia é uma ciência sistêmica, caracterizada por um conteúdo de natureza integrada e interdependente. Atribuir interpretações causais herméticas e peremptórias para os processos biológicos corrobora com um reducionismo conceitual, muitas vezes imanente ao discurso de professores. Como exemplo, abordaremos a perspectiva evolutiva proposta pela Teoria Sintética. Para essa, a seleção natural é o único mecanismo causal do qual decorre a evolução biológica, não relevando a participação de mecanismos como: desenvolvimento (Evo-Devo), teoria de construção de nicho, herança epigenética; os quais atuam de forma determinante para as especificações evolutivas. Assim, procuramos trabalhar a evolução biológica em um Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia (GPEB), por meio de discussões que perpassassem os conceitos citados acima, tanto em nível conceitual, quanto epistemológico e didático, de forma a integrar esses “novos” conceitos ao contexto explicativo do processo de evolução biológica.

**Palavras- chave:** ensino de biologia, evolução biológica, síntese expandida.

### **Abstract**

Biology is a systemic science, characterized by integrated and interdependent content. Assign hermetic and peremptory interpretations to biological processes corroborates with a conceptual reductionism often immanent to speech teachers. As an example, we discuss the evolutionary perspective proposed by the Synthetic Theory. For this, natural selection is the only causal mechanism which implies biological evolution, not revealing the involvement of mechanisms such as development (Evo-Devo), theory of niche construction, epigenetic inheritance, which act in a decisive way to the evolutionary specifications. So we try to work on biological evolution in a Research Group Epistemology of Biology (GPEB), through discussions that include the concepts mentioned above, both at a conceptual level, the epistemological and didactic, to integrate these "new" concepts to the explanatory context of the process of biological evolution.

**Keywords:** teaching biology, biological evolution, expanded synthesis.

## **Processo de evolução biológica em um Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia (GPEB): A contribuição de discussões epistemológicas para o Ensino de Biologia.**

### **Process of biological evolution in a Research Group Epistemology of Biology (GPEB): The contribution of epistemological discussions for Teaching Biology.**

A estruturação do corpo de conhecimento das ciências naturais pode balizar-se em produções variadas, cujo resultado é um arcabouço teórico fundamentado por pressupostos próprios. Esses pressupostos tornam-se a base para a compreensão dos fenômenos estudados por uma determinada ciência (ANDRADE *et al*, 2009). Embora as peculiaridades da natureza de cada ciência estejam bem descritas na literatura, há carência de materiais empíricos ou exemplos didático- pedagógicos por meio dos quais a abordagem do conhecimento científico esteja próxima à forma que esses conceitos são produzidos e submetidos a embates teóricos constantes.

Para nós, uma das dimensões fundamentais imanentes ao conhecimento referenciado em âmbito acadêmico é a epistemológica. A partir dessa, os alunos entendem a dinamicidade contextual em que se engendram os conceitos passando a questionar aceções estáticas e peremptórias do conhecimento, em detrimento de um falso consenso que caracteriza o discurso de professores ao apresentar um conceito. No entanto, como afirma El-Hani (2007), os alunos de ciências naturais em geral têm um

conhecimento limitado sobre história e filosofia e a organização de grupos de pesquisa ou disciplinas curriculares que abordem conteúdos epistemológicos na área de ciências naturais não são comuns no contexto de Ensino Superior.

Assim, ressaltamos a importância de um grupo de pesquisa como um espaço de formação cujo mote está nas dificuldades da área, o levantamento de hipóteses e a tentativa de obter soluções. A participação em um grupo de pesquisas pode trazer contribuições, tanto para a formação prática dos pesquisadores em ensino, quanto para uma compreensão da Biologia como uma ciência integrada (MEGLHIORATTI, *et al*, 2008). Para tanto, é necessário entender como a Biologia constitui-se enquanto ciência, e a estruturação do corpus teórico da mesma.

Os estudos em Biologia englobam uma ampla gama de fenômenos os quais perpassam desde os níveis molecular e celular, até os níveis das populações, dos ecossistemas e da biosfera, constituindo-se, portanto, por fenômenos integrados, complexos e dinâmicos (MEGLHIORATTI, *et al*, 2008). Não podemos mais atribuir univocidade ao processo de transcrição, por exemplo. Sabemos que a linearidade processual de que uma sequência de nucleotídeos determina uma proteína específica não é mais suficiente, uma vez que essa atividade é co-depende de vários outros fatores metabólicos e regulatórios e ainda das condições ambientais (temperatura, alimentação, ph), as quais também podem afetar a atividade genética e, portanto, a expressão dos genes.

Dessa forma, os processos biológicos decorrem de uma pluralidade de relações causais. A Teoria Sintética é genocêntrica e foca o poder explicativo- causal da evolução apenas na seleção natural. Para essa, a seleção natural constitui um mecanismo suficiente para explicar tanto a micro quanto a macroevolução, sendo necessário apenas o complemento de mecanismos que expliquem a separação de populações e a interrupção do fluxogênico, para dar conta da origem de novas espécies (ALMEIDA E EL-HANI, 2010).

Essa interpretação menos pluralista, prescinde a atuação, por exemplo, de leis físicas que restringem as possibilidades de formação dos seres vivos. Estas restrições resultam num afunilamento da diversidade de formas vivas que podem ser produzidas e, em vista disso, diminui a variedade disponível para atuação da seleção natural. A seleção não opera a partir de uma diversidade infinita de organismos variantes, mas com base numa série limitada de variedades possíveis (EL-HANI, 2002). Discussões como essa e exemplos envolvendo mecanismos de herança epigenética, teoria de construção do nicho, plasticidade fenotípica, permeiam as discussões contemporâneas sobre evolução biológica, evidenciando uma pluralidade de processos que operam em todos os níveis e que são interdependentes entre si.

A partir desse contexto, entendemos a relevância de discutirmos, dentro do Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia- GPEB-, o conceito de evolução biológica, uma vez que a Teoria Sintética tem esbarrado em argumentações e questionamentos recentes, cujo mote está na incorporação de outros processos causais além da seleção natural. Por meio das reuniões, objetivamos investigar alternativas para uma recontextualização didática fundamentada na articulação entre a didática e a epistemologia.

## **METODOLOGIA**

Este grupo iniciou-se em novembro de 2006. Os membros são: graduandos do curso de Ciências Biológicas e Mestrandos e Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em

Educação para Ciência. Os dados obtidos por meio das reuniões já foram objetos de estudo de três teses de Doutorado (BRANDO, 2010; MEGLHIORATTI, 2009 e ANDRADE, 2011), além de projetos de iniciação científica. O GPEB teve seu projeto e desenvolvimento financiado, a partir de dezembro de 2007, pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), tem como objetivo geral investigar processos de formação inicial do pesquisador a partir da análise do desenvolvimento de um grupo de pesquisa, fundamentado nas discussões epistemológicas do conhecimento biológico e sua relação com o ensino de Biologia.

Para as análises do desenvolvimento das atividades do “Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia” adotamos como fundamentação teórica a pesquisa qualitativa (Bogdan e Biklen, 1994), sendo, também, caracterizada como um estudo de caso, já que é delimitado por uma situação de interesse particular (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p.17): um grupo voltado para a formação de pesquisadores tendo como aporte teórico aspectos epistemológicos do conhecimento biológico.

### **Coleta de dados**

As reuniões do grupo foram gravadas e posteriormente transcritas. Para complementação dos dados, aplicamos um questionário, cujo objetivo foi investigar como (e se) os alunos faziam a relação dos conteúdos conceituais- epistemológicos discutidos nas reuniões do grupo e o Ensino de Biologia- especificamente Ensino de Evolução. Para este trabalho, quatro alunos participantes foram selecionados. Os alunos foram escolhidos por estarem presentes em todas as reuniões realizadas pelo GPEB. As questões analisadas foram:

1. Qual a relação entre evolução biológica e seleção natural?
2. Quais os principais conceitos que devem ser utilizados para trabalhar/ensinar o processo de evolução biológica nos dias atuais?
3. Como você trabalharia esses conceitos (pensando em um trabalho didático/pedagógico) em aulas sobre evolução biológica para o Ensino Médio?

### **Análise dos dados**

Apresentamos aqui uma análise parcial dos dados obtidos durante as reuniões com participantes do grupo. Os dados coletados pelo questionário foram organizados em categorias de análise, entendendo determinadas categorias como “uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo gênero” (BARDIN, 1977, p. 177).

### **RESULTADOS**

Antes de apresentarmos as categorias, é oportuno ressaltar que as mesmas foram imanentes a três eixos de análise: o epistemológico, o conceitual e o didático. As categorias para primeira questão balizaram-se no nível epistemológico que o aluno mencionou ao tratar da relação dos conceitos de seleção natural e evolução. Uma vez clara a relação entre os conceitos, fundamentais das discussões, o aluno pode recorrer/enxergar possíveis caminhos didáticos factíveis de serem trabalhados no Ensino de Evolução atualmente, e podemos identificar quais compromissos epistemológicos adquiridos idiossincriticamente por cada participante do GPEB.

### **CATEGORIAS EPISTEMOLÓGICAS**

Seguem as categorias pré-estabelecidas para análise dos dados da primeira questão:

Categoria 1- Causal única. Trata a seleção natural como mecanismo causal único do processo de evolução biológica.

Categoria 2- Teleológica. A seleção natural pressiona o indivíduo para que os mesmos apresentem características ou comportamentos “melhores” para a situação adaptativa apresentada e assim, tenham maior possibilidade de sobrevivência, reprodução e então aumentar a frequência da característica em outras gerações- premissa basal do processo evolutivo.

O aluno 3 enquadra-se nessa categoria, como evidencia-se no trecho abaixo:

“As duas coisas estão intimamente relacionadas, onde a seleção natural é a grande norteadora da evolução, na qual exerce uma pressão em diversos sentidos que faz com que os seres que possuem e/ou encontram mecanismos de adaptação melhores consigam sobreviver e reproduzirem-se passando adiante seu material genético.”

Categoria 3- Causal Pluralista. Atribui um papel relevante à seleção natural como um dos mecanismos causais participantes do processo evolutivo, mas também cita outros mecanismos (independente de elencar explicitamente ou só mencionar a existência) que atuam nesse processo.

O Aluno 1 enquadra-se nessa categoria, uma vez que trata a variabilidade sob a qual a seleção atua, como resultado de uma pluralidade de processos:

“A seleção natural é um dos mecanismos que atuam sobre uma variabilidade resultante de mutações, plasticidade, processos do desenvolvimento, e de fatores ambientais.”

O aluno 2 também enquadra-se nessa categoria, uma vez que elenca outros mecanismos que influenciam o processo evolutivo.

“A seleção natural esta inserida dentro do contexto de evolução biológica na sua qualidade de adaptação, especiação e extinção, porém, para uma compreensão em sua totalidade, outros contextos também se inserem como o desenvolvimento embrionário, a plasticidade fenotípica, a herdabilidade, as mutações, o acaso”.

O aluno 4, embora não cite mecanismos oriundos de discussões atuais, menciona a importância de não abarcarmos apenas o conceito de seleção natural para explicarmos a evolução biológica.

“Para compreender o conceito de evolução biológica, faz-se necessário que entendamos uma série de conceitos associados a ele, sedo um deles o conceito de seleção natural... Precisamos pensar em outros fatores como acaso, deriva genética, entre outros. Assim, a seleção natural não explica todos os eventos evolutivos, como também não deve ser pensada apenas como a sobrevivência do mais apto”.

### **CATEGORIAS CONCEITUAIS**

Para segunda questão as categorias foram:

Categoria 1- Cita apenas a seleção natural como conceito suficiente para explicar/ entender o processo de evolução biológica.

Categoria 2- Cita diversos conceitos que perpassam os mais diferentes níveis abarcados pelo conhecimento biológico (molecular, organísmico, ontológico e ecológico).

Os alunos 1 e 2 enquadram-se claramente nessa categoria, uma vez que cita não só conceitos abarcados pela “Teoria Sintética”, como conceitos discutidos atualmente.

A1: “Especiação; Mutação; Recombinação; Expressão Gênica; Variabilidade; Seleção Natural; Plasticidade; Epigenética; Desenvolvimento/Evo-Devo; Adaptação; Exaptação; Coevolução”.

A2: “Seleção Natural, Deriva Genética, Migração, Variabilidade, Plasticidade Fenotípica, Desenvolvimento Embrionário, Extinção, Epigenética, Mutações e fatores ecológicos que normalmente não são trabalhados dentro do contexto de seleção natural, por exemplo, o estudo do nicho ecológico de cada espécie e as causas das competições intra e inter-específicas que podem interferir na construção do nicho”.

O aluno 3, embora ressalte a seleção natural como o mecanismo mais importante, cita que outros conceitos também devem ser inseridos nas discussões.

“Sem dúvida a seleção natural é a peça chave no ensino de evolução. Contudo conforme forem avançando os estudos novos conceitos devem ser ensinados, como os mecanismos de adaptação dos diversos organismos, reprodução, mutações e, até mesmo, conceitos mais complexos como construção do nicho, epigenética e evo-devo”.

O aluno 4, também enquadra-se nessa categoria:

“Além da seleção natural, deveríamos ensinar deriva genética, mutações, relações entre o desenvolvimento dos organismos e evolução, influências ambientais, especiação, além do papel do acaso”.

Categoria 3- Cita, além da seleção natural, outros conceitos já descritos e explorados pela Teoria Sintética para complementar a explicação no que se concerne aos mecanismos de separação de populações e interrupção do fluxo genético (mecanismos esses que viabilizariam a origem de novas espécies).

### **CATEGORIAS DIDÁTICAS**

Categoria 1- Trabalha em nível epistemológico-sistêmico-interacional do conhecimento biológico. Apresenta os conceitos citados para trabalhar evolução em um contexto de integração que perpassa todos os níveis biológicos. Expõe a perspectiva de trabalhar o conhecimento biológico como uma rede de processos interdependentes e integrados. Nesse contexto, menciona a importância da abordagem em sala de aula de conceitos recentes que estão sendo incorporados à abordagem da evolução biológica- construção de nicho, epigenética, Evo-Devo, plasticidade fenotípica.

A aluna 2, enquadra-se nesse categoria, uma vez que evidencia quais conceitos precisariam ser abordados e de que forma a relação entre os mesmos poderia ser apresentada.

A2: “... é possível trabalhar os conceitos de maneira integrante, sem dispensar ou elevar um conceito como “mais importante” do que o outro. Deve haver uma rede de interações contextuais a fim de que o aluno consiga compreender que evolução não se limita a adaptações ao meio e sim que existem mecanismos que interagem com as adaptações favorecendo ou neutralizando a variabilidade entre as espécies”.

A aluna 4 exemplifica essa categoria, uma vez que trabalha a abordagem dos conceitos de forma integrada, cita a importância de outros mecanismos (acaso, desenvolvimento e ambiente) e relaciona o trabalho didático com as possíveis dificuldades conceituais dos alunos.

“Primeiramente, explicaria que os seres vivos não e modificam devido a suas vontades. Isso seria ressaltado, pois muitos dos alunos do Ensino Médio acreditam que assim que o ambiente ficasse hostil para abrigar determinada espécie, ela simplesmente poderia se modificar a fim de resistir a mudança do ambiente. Depois falaria sobre o papel do acaso em relação ao processo evolutivo, exemplificando com o caso do surgimento dos seres pluricelulares (seres pluricelulares+caderina+cálcio), que a meu ver, exemplifica muito bem esse papel do acaso. Aproveitando-se ainda desse exemplo, explicaria as influências do ambiente no processo (fatores epigenéticos), além de tratar de alguns conceitos importantes no contexto, como as mudanças que podem ocorrer devido a mutação bem como do papel do desenvolvimento dos organismos, muitas vezes restringindo as possibilidades de atuação da seleção natural. Resumindo, explicaria evolução à partir da perspectiva ECO-EVO-DEVO, que ao meu ver, abarcaria e conseguiria explicar muitos casos estudados pela evolução.

Categoria 2- Trabalho em nível reducionista- empírico do conhecimento biológico. Aborda a evolução biológica sob as premissas fundamentadas pela Teoria Sintética, não integrando a mesma as novas discussões sobre a pluralidade de interpretação do processo de evolução. Reitera a ação da seleção natural como mecanismo necessário e suficiente para explicação do processo de evolução biológica.

Categoria 3- Trabalha em nível teórico, não concatenando os conceitos ao trabalho didático. Não deixa claro de que forma apresentaria os conceitos, ou qual a relação entre os mesmos.

A1: “... apresentando primeiramente a evolução biológica tradicional, se possível evidenciando os processos históricos para a construção da mesma até a elaboração da chamada Síntese Moderna, e então problematizando-a e expondo seus limites para explicar e entender alguns pontos da evolução biológica, e à partir disso ir apresentando e introduzindo os outros conceitos abordados nas discussões atuais sobre evolução”.

A3: “...trabalharia estes conceitos em aulas de todos os assuntos referentes à biologia, pois desta forma o aluno pode perceber como a evolução permeia a biologia e não somente numa aula com este tema”.

A questão aponta que as discussões do GPEB auxiliaram o aluno a enxergar essa relação sob uma perspectiva pluralista, atribuindo importância à participação de outros fatores para ocorrência da evolução. Os alunos mencionam a seleção natural, mas também a participação do ambiente, do desenvolvimento, das mutações, da plasticidade, da construção de nicho, da deriva, o que nos leva a pensar que os mesmos conseguiram, a partir das reuniões do grupo, construir uma abordagem do conceito que não tornava os conteúdos abarcados pela Teoria Sintética obsoletos, mas insuficientes para explicarem todas as caracterizações evolutivas. Assim, foram capazes de associar conceitos de discussões recentes com aqueles já estabelecidos por consensos científicos anteriores.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com as respostas obtidas pelos alunos participantes do projeto, podemos concluir que o GPEB, permitiu que os participantes ampliassem a compreensão do conceito de evolução biológica, uma vez que mobilizaram outros conceitos, além da seleção natural para explicação do processo evolutivo.

Consideramos também o valor heurístico das reuniões, uma vez que, os alunos puderam refletir sobre a relação entre a proposição de debates atuais e o Ensino de Biologia, pensando por si só, a inserção destes debates, tanto no contexto conceitual como no

didático. Além disso, os alunos refletem a cerca da natureza do conhecimento: um paradigma consolidado – A Teoria Sintética- sujeito à vulnerabilidade de incrementos conceituais, coerentes com o avanço das pesquisas empíricas.

## Referências

- ANDRADE, *et al.* A formação de pesquisadores em um grupo de epistemologia e ensino de biologia. **In: Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2009, Florianópolis: ABRAPEC, 2009. 2009.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, (2000).
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução de M. J. Alvarez, S. B. Santos e T. M. Baptista. Porto: Porto Editora. 1994.
- EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de História e Filosofia da Biologia na Educação Superior. In: NARDI, R. (Org.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras, 2007, p. 293-315.
- El-Hani,C.N.;ALMEIDA,A.M. R.; Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 9-40, 2010.
- EL-HANI, C. N. Uma ciência da organização viva: Organicismo, emergentismo e ensino de biologia. *In*: SILVA FILHO, W. J. (Ed.). **Epistemologia e Ensino de Ciências**. São Paulo: DP&A, 2002.
- Gould, S. J. **The Structure of Evolutionary Theory**. Cambridge-MA: Harvard University Press. 2002.
- Lima-Tavares, M. **Uma Análise Lakatosiana da Teoria Gaia**. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências. 2002.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. 99 p.
- MAYR, E. **Biologia, ciência única**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- MEGLHIORATTI, *et al.* Formação de pesquisadores: O papel de um Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 6, supl. 1, p. 32-34, set. 2008.
- MEGLHIORATTI, F. A. *et al.* A compreensão de sistemas biológicos a partir de uma abordagem hierárquica: contribuições para a formação de pesquisadores. **Filosofia e História da Biologia**, v. 3, 2008.
- MEGLHIORATTI, F. A. O conceito de organismo: **Uma introdução à epistemologia do conhecimento biológico na formação de graduandos de biologia**.2009.255f.Tese. (Doutorado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus Bauru, São Paulo, 2009.
- Meyer, D; El-Hani, C. N. **Evolução o sentido da biologia**. São Paulo: Editora UNESP. 2005.