

# A hipótese darwiniana da pangênese



Fernanda Gonçalves Arcanjo<sup>1</sup>, Edson Pereira da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda de Ciências Biológicas, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ

<sup>2</sup> Laboratório de Genética Marinha e Evolução, Departamento de Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ

Autor para correspondência: gbmedson@vm.uff.br

**Palavras-chave:** teorias de Darwin e Lamarck, aborgagem histórica da pangênese, ensino de evolução

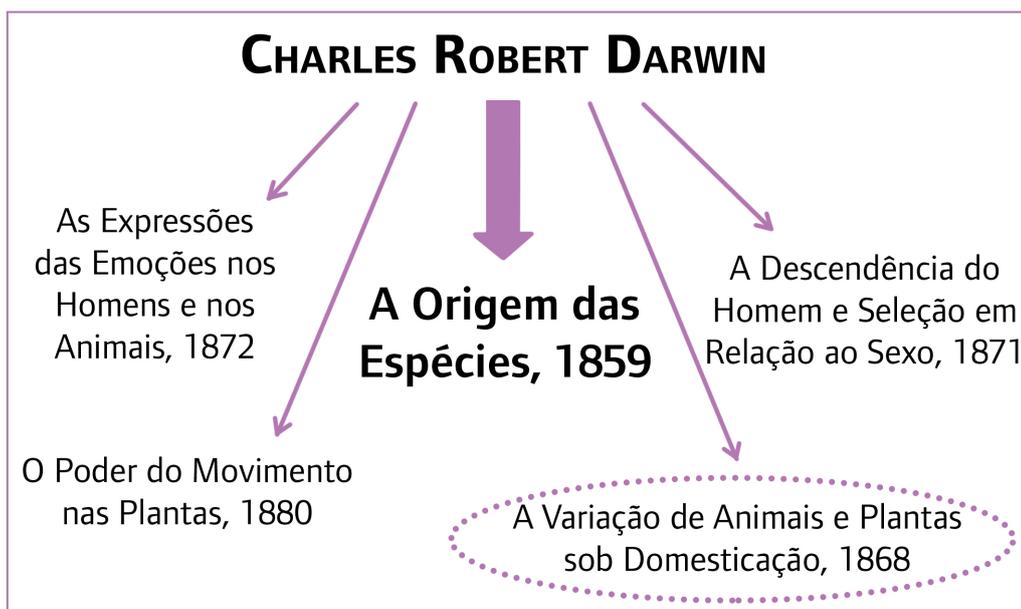
A pangênese é a hipótese de herança e desenvolvimento de Darwin, publicada, em 1868, no seu livro *A Variação de Animais e Plantas sob Domesticação*. Ela consiste em uma explicação para origem e natureza da variação, um problema que não estava resolvido na sua teoria evolutiva. Um fato que muitos ignoram, no entanto, é que esta hipótese partilha muitas das ideias presentes na teoria evolutiva de Lamarck. Uma releitura da hipótese da pangênese de Darwin no século XXI indica que ela pode ser uma interessante ferramenta para contar a história das teorias evolutivas, assim como para apresentar, em sala de aula, novas linhas de pesquisa em Biologia como a Evo-devo (Biologia Evolutiva do Desenvolvimento).

A “Hipótese Provisória da Pangênese” de Darwin apresenta diversas incoerências com nosso conhecimento atual de genética, e, portanto, não é aceita hoje. Quanto a isso não há discussão, a hipótese da pangênese não é relevante no que diz respeito ao conhecimento atual sobre a fisiologia dos mecanismos hereditários. Contudo, ela pode ser relevante num sentido histórico e pedagógico. O objetivo deste trabalho é, primeiramente, revisar o conteúdo da hipótese da pangênese, fornecendo suporte teórico ao professor. Em seguida é feita uma releitura desta hipótese, indicando que a abordagem da pangênese em sala de aula pode ser proveitosa para uma perspectiva crítica sobre as diferenças e semelhanças entre as ideias de Darwin e Lamarck com respeito à evolução. Além disso, a discussão de História da Ciência na escola se mostra particularmente interessante ao servir à contextualização e explicitação de novidades da Biologia no ensino.

## UMA “HIPÓTESE PROVISÓRIA”

O naturalista inglês Charles Robert Darwin (1809-1882) é a maior referência da teoria evolutiva moderna, especialmente pelo seu trabalho, publicado em 1859 no livro *A Origem das Espécies*, em que propôs a seleção natural como principal mecanismo evolutivo

atuando sobre a diferenciação de populações naturais. Embora esta seja, comumente, sua única obra citada em salas de aula, Darwin é reconhecido, também, por sua vasta produção em diversas áreas tais como Geologia, Zoologia e Botânica. O seu livro *A Variação de Animais e Plantas sob Domesticação* (1868) é um de seus trabalhos pouco mencionados nos livros texto (Figura 1).



**Figura 1.**

Darwin produziu muitas obras importantes ao longo de sua vida. Além do livro em que publicou sua teoria evolutiva (*A Origem das Espécies*), destaca-se o livro *A Variação de Animais e Plantas sob Domesticação* em que publicou sua hipótese de herança, a “Hipótese Provisória da Pangênese”.

Tendo sido originado a partir de “Variação no estado doméstico” (primeiro capítulo d’*A Origem*), a *Variação de Animais e Plantas sob Domesticação* trata de questões como ‘variedades domésticas produzidas pelo homem através de seleção artificial’, ‘o tempo para domesticação e seleção de variedades de interesse’ e ‘porque há mais variação no estado doméstico do que no estado selvagem’. Além de questões acerca da domesticação na evolução, Darwin também trata, neste livro, do problema da herança. No capítulo XXVII d’*A Variação* Darwin publica pela primeira vez a “Hipótese Provisória da Pangênese”, nome que recebeu seu modelo de hereditariedade.

A primeira versão da hipótese da pangênese foi escrita mais de vinte anos antes da sua publicação n’*A Variação*. Contudo, ainda em 1865, Darwin a considerava incompleta. Em carta datada de 16 de julho de 1865, Thomas

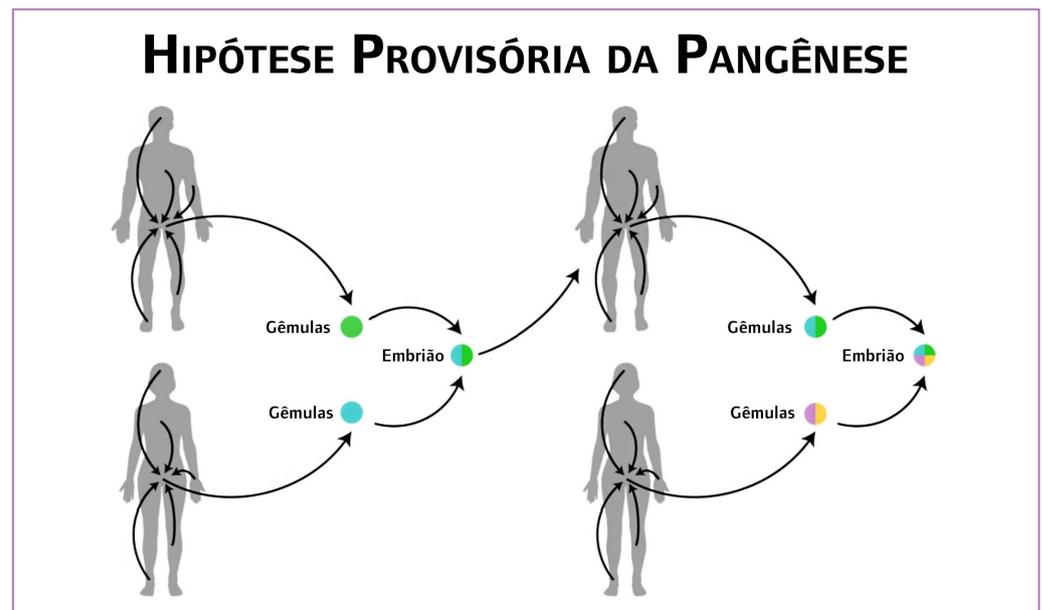
H. Huxley (1825-1895), colega zoólogo de Darwin, encorajou-o a publicar tal hipótese. E Darwin, assim como o aconselhou Huxley, publicou-a na forma de uma “Hipótese Provisória”, ou seja, uma teoria não definitiva, mas que ele considerava muito provável.

“Alguém mexendo nos seus papéis daqui a meio século vai encontrar a Pangênese e dizer “Olhe esta maravilhosa antecipação de nossas teorias modernas e aquele idiota estúpido, Huxley, impediu que ele a publicasse”. [...] Tudo que eu vou dizer é: publique suas ideias, não tanto na forma de conclusões definitivas, mas como desenvolvimentos hipotéticos das únicas pistas que temos no momento”. (Huxley para Darwin. 16 de Julho de 1865. Darwin Correspondence Database, <http://www.darwinproject.ac.uk/entry-4875>. Acessado em 06/Março/2015. Tradução livre dos autores).

O objetivo geral da pangênese era fornecer uma explicação elaborada para o que se conhecia na época a respeito dos mecanismos responsáveis pelo surgimento e herança da variação entre indivíduos dentro de uma mesma população. Dentre as ideias de Darwin a respeito dessas questões estavam dois pressupostos muito populares em sua época e que estavam presentes, também, no sistema teórico do naturalista francês Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829) na forma de duas leis – “Uso e desuso” e “Herança dos caracteres adquiridos”.

Resumidamente, a hipótese da pangênese (do grego *pan-* todo e *genesis-* origem/nascimento) era baseada na ideia de que toda a organização do corpo era capaz de repro-

duzir a si mesmo através de suas partes. De acordo com esta hipótese, cada unidade do organismo seria capaz de produzir pequenas gêmulas que, nutridas apropriadamente, se multiplicariam e se desenvolveriam em unidades semelhantes àquelas nas quais tiveram origem. Após circularem pelo organismo durante certo tempo essas unidades, ainda parcialmente desenvolvidas, acomodariam-se nos órgãos reprodutivos, formando o embrião. Durante a fertilização, o conjunto de gêmulas de cada progenitor passaria por um processo de associação de modo a iniciar a formação de um novo indivíduo, o qual expressaria características de ambos os pais, explicando, assim, a semelhança entre descendentes e parentais (Figura 2).



**Figura 2.** Esquema representando o processo de geração de novos indivíduos, por reprodução sexuada, de acordo com a hipótese da pangênese darwiniana. O embrião seria o conjunto de unidades – células, ou apenas gêmulas, parcialmente desenvolvidas – liberadas pelo corpo do parental ao longo de todo o seu desenvolvimento.

Outra característica das gêmulas era a dormência. As gêmulas poderiam eventualmente entrar em estado dormente sendo, então, repassadas por diversas gerações sem se manifestar até que, em dada geração, as características, codificadas numa gêmula dormente, voltassem a ser expressas. Esta propriedade das gêmulas era capaz de explicar o atavismo – reaparecimento de uma característica ancestral numa dada geração após ausente em diversas gerações anteriores.

As gêmulas seriam continuamente produzidas pelo organismo ao longo de toda a vida do indivíduo, portanto, gêmulas de todas as

épocas do desenvolvimento seriam armazenadas nos órgãos reprodutivos. Desse modo, as mudanças que ocorressem no corpo de um indivíduo ao longo de sua vida também passariam a ser codificadas em parte de suas gêmulas (somente naquelas produzidas após a mudança ter acontecido), podendo, portanto, ser passadas aos seus descendentes. Assim a pangênese corroborava a lei da herança de caracteres adquiridos. Além dos caracteres, o momento em que uma gêmula passaria a ser expressa estava, também, codificado nela. Isto explicava o aparecimento de certas características semelhantes em descendentes e parentais na mesma idade.

Ainda na formação do embrião, as diferentes gêmulas associavam-se em grupos de modo a formar cada estrutura num tempo e local apropriado. Assim, a pangênese era, também, capaz de explicar a manifestação de diversas anormalidades pela ocorrência de erros nessas associações, que provocavam a expressão de características em locais do corpo, ou épocas do desenvolvimento, inadequados.

Todas essas questões que Darwin se propôs a responder com a hipótese da pangênese estavam até então sem uma resolução e eram motivo de debate entre os estudiosos da época. Com a pangênese, além de uma só resposta para todas estas perguntas, Darwin forneceu uma explicação para a origem e natureza da variação (CASTAÑEDA, 1994), item fundamental para a ratificação de sua teoria evolutiva presente n' *A Origem*.

## AS TEORIAS DE DARWIN E LAMARCK

A diferença entre as teorias evolutivas de Lamarck e Darwin é apresentada, muitas vezes, como sendo fundada na discordância entre eles em relação às leis de 'uso e desuso' e 'herança dos caracteres adquiridos'. Contudo, fica claro agora que, no que diz respeito ao mecanismo de produção de variação nova e ao modo como ela é repassada aos descendentes, Darwin e Lamarck tinham algumas ideias muito semelhantes. O que não é surpreendente, uma vez que o 'uso e desuso' e a 'herança do adquirido' eram concepções am-

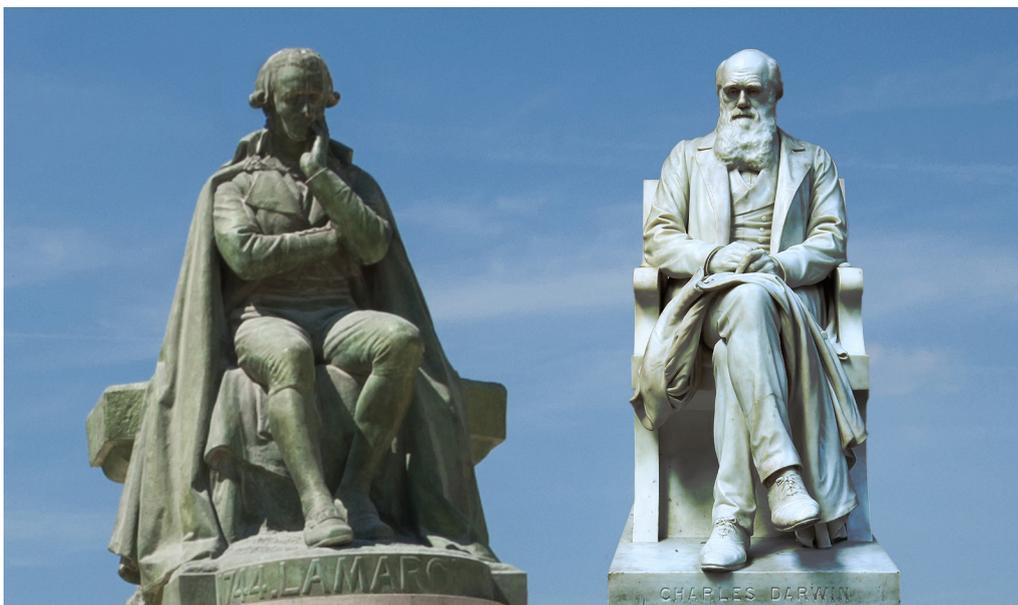
plamente aceitas nos séculos XVIII e XIX (RODRIGUES, SILVA, 2011).

A real discordância entre as teorias dos dois naturalistas diz respeito ao entendimento do processo evolutivo. Para Lamarck, o processo evolutivo definia-se como uma tendência natural ao aumento de complexidade dos seres vivos, o que era explicitado nas duas leis que representavam as verdadeiras novidades do seu sistema teórico – “tendência para o aumento da complexidade” (1ª lei) e “surgimento de órgãos em função de necessidades que se fazem sentir e se mantêm” (2ª lei). Darwin, por outro lado, não via tendência alguma na evolução que não fosse aquela da transformação da variação intrapopulacional em variação interpopulacional por força da seleção natural. Portanto, na teoria evolutiva darwiniana não havia mais espaço para a ideia de aumento da complexidade dos seres vivos. A evolução acontecia sem propósito e não estava mais associada ao progresso, visto que os conceitos de melhora e complexidade tornam-se relativos a determinado tempo, espaço e outro indivíduo (ou espécie) usados como referência. Evolução, segundo a concepção darwinista, definia-se por mudança e ramificação (Figura 3).

A teoria darwiniana da evolução rompeu, também, com o **paradigma** fixista ao apresentar a variação numa **perspectiva materialista**. De acordo com Darwin a variação nada mais era do que a realidade do mundo natural e, deste modo, negava-se a perspec-

Um **paradigma** é uma teoria geral pela qual, em detrimento de outras, vemos e interpretamos os dados da realidade (uma forma de “viseira conceitual”), ou seja, diferentes paradigmas trazem consigo uma linguagem com a qual descrevemos os dados e uma forma através da qual fazemos nossas observações e organizamos nossos experimentos. O termo foi definido assim por Thomas Samuel Kuhn (1922-1996), um físico estadunidense conhecido pelo seu trabalho com a História e Filosofia da Ciência. Seu livro mais conhecido é “A Estrutura das Revoluções Científicas” publicado em 1962.

A **perspectiva materialista** sustenta que a única coisa da qual se pode afirmar a existência é a matéria, assim, todas as coisas são compostas de matéria e todos os fenômenos são o resultado de interações materiais. Esta perspectiva se opõe ao idealismo que admite a ideia (alma, essência etc.) como base da existência e, também, ao dualismo que produz dicotomias do tipo corpo e alma, aparência e essência etc. No caso do darwinismo, a perspectiva materialista deixou de encarar a variação individual como estática, o resultado da expressão imperfeita de uma essência imaterial ou um ruído a ser evitado na atividade de ordenação (classificação) do mundo vivo. A variação individual passou a ser encarada como a realidade do mundo biológico e o material da evolução. A partir desta perspectiva materialista, Darwin pôde entender o processo de especiação como um processo de conversão da variação entre indivíduos, dentro de uma determinada população, em variação entre populações diferentes, no tempo e no espaço. Ou seja, o processo de especiação passou a ser entendido como um processo de transformação de variação intrapopulacional em variação interpopulacional.



<a href="http://www.shutterstock.com/gallery-1473677p1.html?cr=00&pl=edit-00">Giovanni G</a> / <a href="http://www.shutterstock.com/editorial?cr=00&pl=edit-00">Shutterstock.com</a>

O **paradigma fixista** é o conjunto de ideias que assume que todos os seres vivos pertencem a grupos fixos, os quais foram criados por um ou mais deuses e por ele(s) ordenado em uma escala hierárquica imóvel, na qual a espécie humana representa seu ponto mais elevado. Esse paradigma engloba o pensamento de Platão (428/427-348/347 a. C.), Aristóteles (384-322 a. C.) e a Bíblia (1500-450 a. C., livros do Antigo Testamento e 45-90 d. C., livros do Novo Testamento). Tal conjunto de ideias é parte fundamental da nossa cultura, a cultura ocidental, e é fortemente marcado pela noção de perfeição. Vem daí a crença de que a Natureza é uma total harmonia, de que todos os seres vivos foram desenhados, de que todos os órgãos e sistemas funcionam da melhor maneira possível etc.

tiva tipológica, característica do **paradigma fixista**. O fixismo propõe, ainda hoje, que as espécies foram criadas e não se modificam ao longo do tempo, sendo a variação nada mais do que um desvio em relação a uma espécie

tipo (original e perfeita) (SILVA, 2001). Embora, atualmente, não se aceite a explicação de Darwin para hereditariedade, sua teoria evolutiva é um marco na história do estudo da evolução.

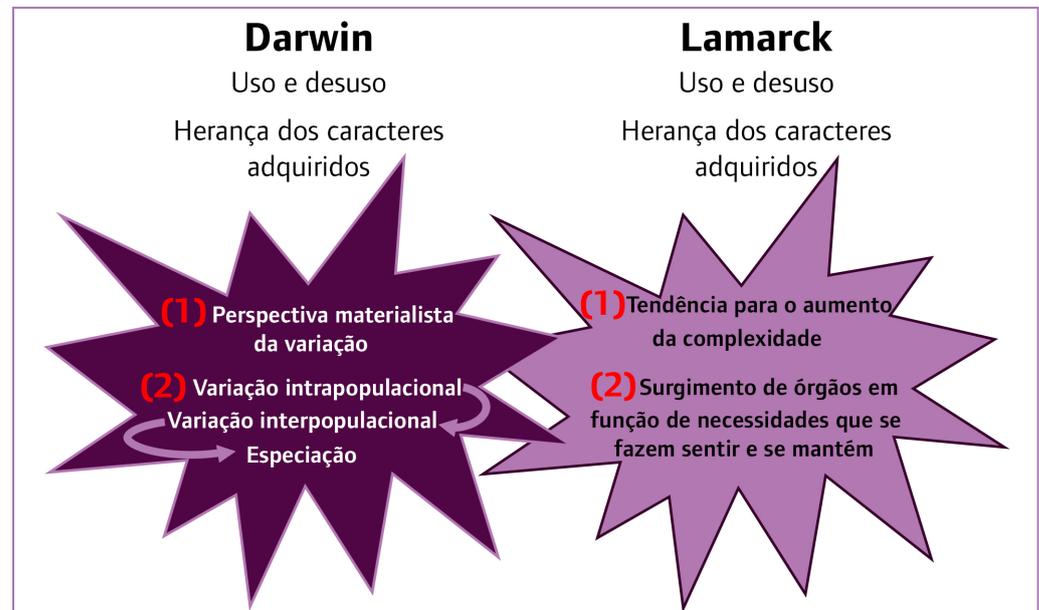


Figura 3.

Esquema representando as concordâncias entre as ideias de Darwin e Lamarck, que diziam respeito a origem da variação e ao modo como ela era herdada, assim como as contradições entre as teorias evolutivas de ambos os naturalistas.

### HISTÓRIA E NOVIDADE NO ENSINO DE BIOLOGIA

Mesmo em sua época, a “Hipótese Provisória da Pangênese” não obteve o mesmo êxito da teoria evolutiva de Darwin. Sua aceitação pela comunidade científica da época não foi unânime, mas apesar das críticas recebidas, seu autor manteve-se sempre convicto em relação à plausibilidade da mesma.

A crítica de maior repercussão para a hipótese de Darwin veio, porém, após sua morte, com a publicação de August Weismann (1834-1914), em 1893, da teoria da continuidade do plasma germinativo. Weismann propôs que somente aquilo que fosse modificado no plasma dos gametas (“germeplasma”) seria herdado pelos descendentes. Assim, modificações no corpo dos indivíduos (“somatoplasma”) durante sua vida não poderiam ser herdadas. Guiado por sua teoria sobre a hereditariedade, ele realizou um experimento que contradizia a herança dos caracteres adquiri-

dos e, conseqüentemente, a hipótese da pangênese. Weismann convenceu boa parte da comunidade científica de sua época, e assim a concepção de herança dos caracteres adquiridos perdeu muito de sua popularidade.

Eventualmente, a pangênese foi desacreditada e passou a ser considerada como um dos grandes equívocos de Darwin, sendo, ainda hoje, historicamente menosprezada e esquecida. Contudo, podemos dizer que, na época em que foi desenvolvida, a hipótese da pangênese representava uma boa resposta para as perguntas a que se propôs responder (qual o mecanismo para os efeitos do uso e desuso e para herança do adquirido, como se dá o atavismo, qual a origem das anormalidades etc.). Ela não foi, simplesmente, uma repetição do senso comum da comunidade científica a respeito da hereditariedade naquele tempo. Os mecanismos de herança apresentados por Darwin eram mais sofisticados, pois compunham uma hipótese heurística que poderia ser adotada como diretriz, mesmo que provisória, para o estudo da

hereditariedade. Serviu, por exemplo, para determinar experimentos realizados por Francis Galton (1822-1911), primo de Darwin. Os experimentos de Galton envolviam a transfusão sanguínea em coelhos para testar a circulação das gêmulas na corrente sanguínea (STANFORD, 2006). As explicações de Darwin para o problema da hereditariedade estavam, sem dúvida, de acordo com seu tempo.

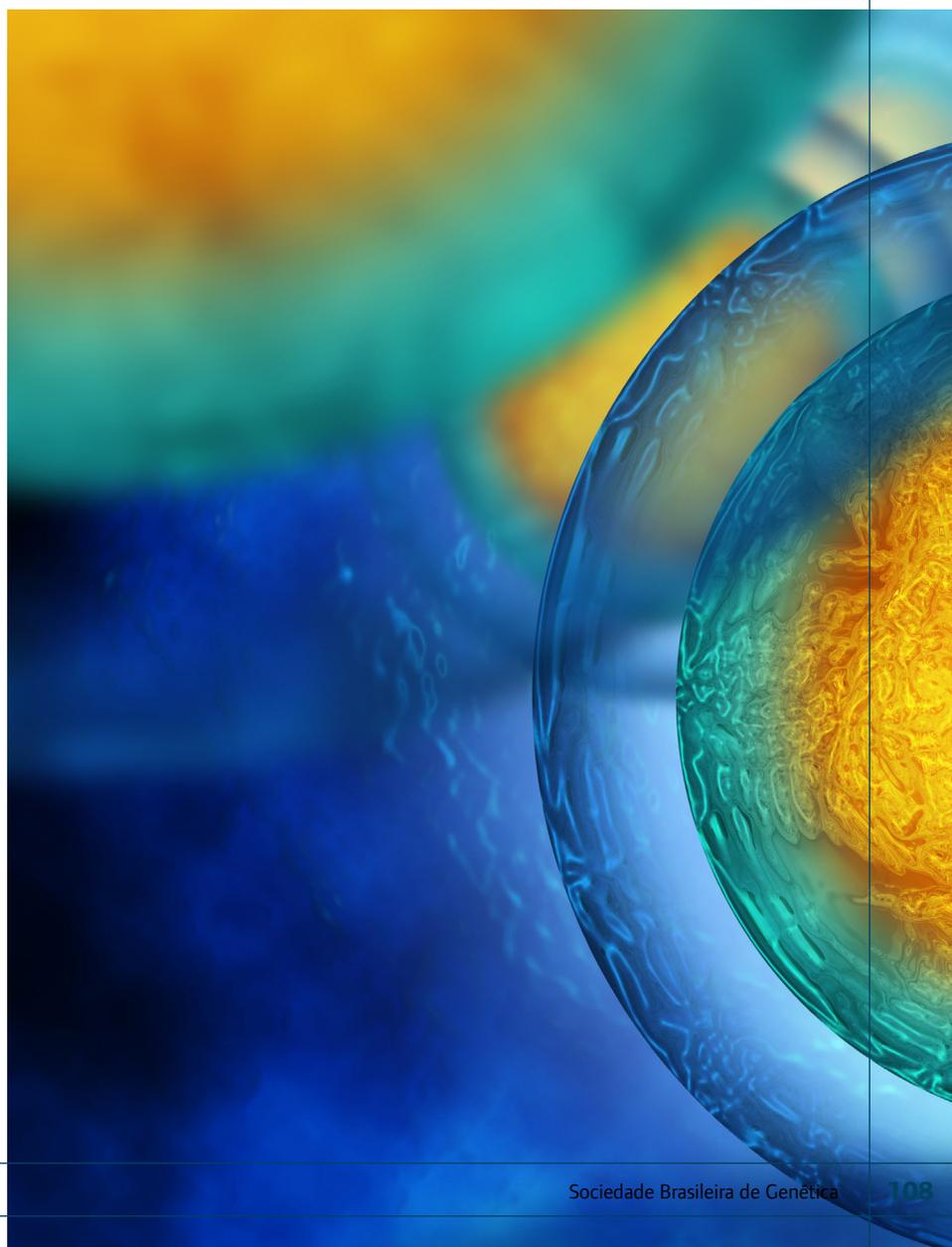
Mais do que isso, de acordo com Ghiselin (GHISELIN, 1975, p.51), a hipótese da pangênese era, também, parte do projeto darwiniano de unificação do estudo da Evolução com o estudo da Embriologia – ramo da Biologia do Desenvolvimento que estuda as fases de formação e desenvolvimento do embrião. Na época, questões relacionadas ao desenvolvimento eram correntemente abordadas em estudos evolutivos, porém de modo pouco sistemático. Darwin reconheceu que os estudos embriológicos poderiam trazer esclarecimento sobre o processo evolutivo, no sentido de que a variação presente no mundo natural poderia ser melhor compreendida através do estudo da morfogênese.

No entanto, a redescoberta dos trabalhos de Gregor Mendel (1822-1884) logo no início do século XX promoveu a separação entre Evolução e Embriologia. A matemática robusta da genética e a possibilidade de, assim, se testar a evolução dentro de laboratórios ganhou a comunidade científica. Com os posteriores trabalhos de Ronald Fisher (1890-1962), Sewall Wright (1889-1988) e John Haldane (1892-1964) foi estabelecida a Teoria Sintética da Evolução (TSE), definindo a evolução, pura e simplesmente, como uma mudança das frequências gênicas em populações naturais (SILVA, 2001).

Apesar de, no século XX, a influência do desenvolvimento no processo evolutivo ter sido negligenciada e, naquele momento, não haver mais espaço para a discussão de hipóteses como a da pangênese, hoje, no século XXI, estudos defendendo a necessidade de se interpretar os processos evolutivos a partir da perspectiva do desenvolvimento foram retomados. Graças às novidades evidenciadas com os avanços da Biologia Molecular ao longo dos séculos XX e XXI, surgiu uma nova linha de estudo em evolução chamada Evo-devo (Biologia Evolu-

tiva do Desenvolvimento). Neste sentido, o projeto darwiniano de unificação evolução/desenvolvimento com sua hipótese provisória da pangênese poderia ser visto como uma espécie de prenúncio da Evo-devo.

Como escreveu Ghiselin, “é seguro dizer que ela (a hipótese da pangênese) não estava errada no sentido de ser falsa, pois não estava tão distante do que nós consideramos verdade. A ideia de que a evolução envolve mudanças nos mecanismos de desenvolvimento é um fato, sua utilidade somente os imprudentes e desinformados poderiam negar. [...] Ainda sim a hipótese provisória me parece ter um grande problema: ela era anacrônica. Deu uma resposta do século IX para uma questão do século XVIII que precisava ser trabalhada em termos do século XX.” (GHISELIN, 1975, p. 55).



Concluimos com este trabalho que a discussão da hipótese da pangênese de Darwin em sala de aula, primeiro, pode trazer esclarecimentos sobre o empreendimento científico. Mostra que algumas ideias não aceitas atualmente podem ter sido plausíveis em períodos históricos anteriores e que as explicações dependem do conhecimento que se tem na época. Segundo, pode permitir uma melhor abordagem das semelhanças e diferenças entre as ideias de Darwin e Lamarck ao evidenciar que um dos principais tipos de herança que Darwin queria explicar era a herança de caracteres adquiridos, noção defendida também por Lamarck.

Por fim, com o uso da História da Ciência, é possível rediscutir o lugar da hipótese da pangênese na história da Biologia do Desenvolvimento, da Genética e da Biologia Evolutiva. Afinal, era uma hipótese que, além de

responder elegantemente às mais diversas questões em herança da época e cumprir seu papel de definir a origem e natureza da variação e como ela seria herdada, apresentava um grande poder heurístico. Hoje, levando em consideração a atual emergência da Evo-devo, é possível dizer que a pangênese foi, e continua sendo, historicamente injustiçada ao ser apresentada, apenas, como o “erro de Darwin”.

## REFERÊNCIAS

- CASTAÑEDA, A. C. As ideias de herança de Darwin: suas explicações e sua importância. *Revista da SBHC*, v. 11, p. 67-73, 1994.
- Darwin Correspondence Database, <http://www.darwinproject.ac.uk/entry-4875> acessado em 06/03/2015).
- DARWIN, C. R. *The Power of Movement in Plants*. London: John Murray, 1880.
- DARWIN, C. R. 2002. *A Origem das espécies*. Belo Horizonte: Editora Itatiaia, 2012. Tradução de Eugênio Amado da obra “Origin of Species”. London: John Murray, 1859.
- DARWIN, C. R. *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*. London: John Murray, 1871.
- DARWIN, C. R. *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. London: John Murray, 1872.
- DARWIN, C. R. *The variation of animals and plants under domestication*. London: John Murray, 1868.
- GHISELIN, M. T. The rationale of pangenesis. *Genetics*, v. 79, p. 47-57, 1975.
- MARTINS, L. A.-C. P. Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. *Epistème. Filosofia e História da Ciência em Revista*, vol. 2, n. 3, p.: 33-54, 1997.
- POLIZELLO, A. Modelos microscópicos de herança no século XIX. *Filosofia e História da Biologia*, vol. 7, n. 2, p. 137-155, 2012.
- RODRIGUES, R. F. C.; SILVA, E. P. Lamarck: fatos e boatos. *Ciência Hoje*, v. 48, n. 285, p.68-70, 2011.
- SILVA, E. P. A short history of evolutionary theory. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, v. 8, n. 3, p. 671-687, 2001.
- STANFORD, P. K. Darwin's pangenesis and the problem of unconceived alternatives. *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 57, p. 121-144, 2006.

