

Reflexões sobre o ensino da taxonomia e da sistemática filogenética e o desenvolvimento do pensamento abstrato

Reflections on the teaching of taxonomy and phylogenetic systematics and the development of abstract thought

Júlia Mazinini Rosa¹

Lígia Márcia Martins²

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar resultados preliminares de reflexões a respeito do ensino dos sistemas de classificação dos seres vivos (abordando a taxonomia e a sistemática filogenética) e o desenvolvimento da função psíquica pensamento, tendo como enfoque o pensamento abstrato empírico e o pensamento abstrato teórico. Para isso, tomamos como referencial as proposições de Vigotski e Davidov sobre o desenvolvimento do pensamento conceitual, bem como elementos fundamentais da taxonomia e da sistemática filogenética sistematizados por Mayr e Amorim. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica a partir da qual foi possível identificar elementos da ciência empírica e da lógica formal na taxonomia, bem como elementos da ciência teórica e da lógica dialética na sistemática filogenética. Discutimos a relação entre o ensino destes sistemas de classificação e o desenvolvimento do pensamento rigorosamente abstrato. Merece atenção o fato de que,

ABSTRACT

The present work aims to expose preliminary results of reflections on the teaching of living things classification systems (addressing taxonomy and phylogenetic systematics) and the development of the psychic function “thought”, focusing on empirical abstract thought and theoretical abstract thought. In order to achieve the mentioned objective, we take as a reference the proposals of Vygotsky and Davidov on the development of conceptual thought as well as key elements of phylogenetic systematics systematized by Mayr and Amorim. We conducted a bibliographic research through which it was possible to identify elements of empirical science and formal logic in taxonomy, as well as elements of theoretical science and dialectical logic in phylogenetic systematics. We discuss the relationship between the teaching of these classification systems and the development of strictly abstract thought. It deserves attention to the fact that, unfortunately, systematics is not a constituent element of the biology teaching of elementary

¹ Graduada em Ciências Biológicas, professora de Educação Básica e do Ensino Superior, possui mestrado em Educação pela Universidade Federal de São Carlos/UFSCar, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar da Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”/ UNESP (Araraquara, S. P.). E-mail: jrmazinini@gmail.com.

² Livre Docente em Psicologia da Educação, professora do curso de Graduação em Psicologia da Faculdade de Ciências e Letras (UNESP/ Bauru, S.P.) e do Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar da Faculdade de Ciências e Letras (UNESP/ Araraquara, S. P.). Vice-líder do Grupo de Pesquisa/ CNPq “Estudos Marxistas em Educação”. E-mail: ligiamar@fc.unesp.br

lamentavelmente, a sistemática não é elemento constituinte do ensino de Biologia na educação básica.

Palavras-chave: Psicologia Histórico-Cultural. Desenvolvimento do Pensamento. Sistemas de Classificação dos Seres Vivos. Ensino de Evolução.

and high school.

Keywords: Historical-Cultural Psychology. Development of Thought. Living Things Classification Systems. Evolution Teaching.

1 Introdução

Sabe-se que Vigotski (1991, 2001, 1995) e seus colaboradores dedicaram-se a desvendar as leis do desenvolvimento psíquico humano, demonstrando suas distinções essenciais das leis que descrevem o desenvolvimento do psiquismo animal. Em linhas gerais, o psiquismo elementar opera dentro de um campo perceptual imediato e concreto e depende dos objetos reais e concretos existentes nele. Um mamífero é capaz de realizar operações do raciocínio (análise e comparação, síntese e generalização) manipulando objetos, mas não é capaz de operar com representações ideais dos mesmos objetos quando estes se encontram ausentes do campo perceptual. Como consequência, o pensamento natural pode ser chamado de *pensamento prático* e a inteligência animal torna-se, assim, uma inteligência capaz de solucionar problemas com objetos reais, em um campo perceptual imediato.

Em contrapartida, as formas de relação humana com o mundo produziram um sistema de representações ideais de objetos (a linguagem) que resultou na libertação do campo perceptual imediato e na possibilidade de operar em campos abstratos. A independência do campo perceptual imediato conquistado com a capacidade abstrativa permite a realização de operações do raciocínio, a formulação de ideias, juízos, valores, conceitos e o desenvolvimento da imaginação (a criação de objetos ideais antes mesmo de se materializarem), da capacidade de planejamento etc. O pensamento humano, diferentemente do animal, conquista a forma *abstrata* (Vigotski, 2001; Luria, 1979; Leontiev, 1978).

A capacidade abstrativa do pensamento humano não assume um único padrão de profundidade e amplitude para toda e qualquer pessoa. Pode-se

afirmar que existem *alcances abstrativos* mais ou menos profundos, mais ou menos amplos, na compreensão do mundo, da natureza, de si mesmo. Alcances estes que são dependentes da apropriação do conhecimento humano historicamente produzido. Em outras palavras, quanto mais profunda for a apropriação do conhecimento mais desenvolvido, mais independente do campo perceptual imediato torna-se o pensamento (Davidov, 1988).

Conforme Vigotski (1995), a capacidade de abstração se inicia com o aprendizado da linguagem, na infância. O caminho feito pela internalização da linguagem e seu *entrecruzamento* com o pensamento altera qualitativamente o psiquismo, promovendo o estabelecimento de interrelações entre as funções psíquicas e colocando em movimento seu desenvolvimento e diferenciação.

Vigotski (1991) relata experimentos realizados com crianças de dois anos de idade nos quais era solicitado a elas que descrevessem objetos de duas formas: por mímica e pela fala. Observou-se que, pela linguagem verbal, a criança descrevia apenas objetos isolados. Em contrapartida, a mesma criança era capaz de reproduzir facilmente aspectos dinâmicos e gerais da figura, por mímica. A conclusão alcançada por Vigotski é a de que, na fase pré-verbal do desenvolvimento infantil, os processos perceptivos não captam apenas objetos isolados, mas a totalidade do campo perceptual. Contudo, a percepção primitiva capta o todo como um emaranhado indiferenciado e sincrético de elementos. Mas o que explicaria então, o fato de a criança de dois anos conseguir expressar, por meio da fala, apenas elementos destacados e não a figura geral? Para Vigotski, a linguagem apresenta função *analítica* e o processo de rotulação é função primária da linguagem na criança pequena, pois “capacita a criança a escolher um objeto específico e isolá-lo de uma situação global por ela percebida simultaneamente” (1991, p. 36).

Pelas palavras, as crianças isolam elementos individuais, superando, assim, a estrutura natural do campo sensorial e formando novos (introduzidos artificialmente e dinâmicos) centros estruturais. A criança começa a perceber o mundo não somente através dos olhos, mas também através da fala. (Vigotski, 1991, p. 36).

Com o desenvolvimento da percepção verbalizada, a linguagem adquire também função *sintetizadora* e a criança torna-se hábil a descrever verbalmente a totalidade do campo perceptual. A função sintetizadora é fundamental para se atingir formas mais complexas de percepção. O resultado da apropriação da linguagem, continua Vigotski (1991), é a superação do imediatismo da percepção natural, que dá lugar a um complexo processo de mediações. Esse sistema de mediações, afirma o autor, é inédito, ou seja, está completamente ausente na percepção animal.

Conforme Luria (1979), a palavra é a unidade fundamental da linguagem e pode-se distinguir nela dois componentes básicos: a representação material e o significado. Com isso se quer dizer que cada palavra *significa* um objeto. Esta função representativa da palavra tem grande importância psicológica, pois confere objetividade à percepção humana do mundo. A comunicação animal expressa estados emocionais, estados subjetivos, mas não representa objetos. A percepção animal permanece refém da estrutura fusionada entre estímulo e resposta. Capta a realidade externa misturando-a e confundindo-a com estados psicofísicos internos. Em outras palavras, a percepção natural não estabelece as corretas distinções entre o mundo exterior e o sujeito. Deste modo, por mais que o animal consiga captar objetivamente o entorno (afinal, peixes orientam-se no mar, répteis orientam-se em terra etc.), pode-se dizer que a percepção natural do mundo ainda é subjetiva, visto que é a linguagem humana que significa objetos e estabelece relações cada vez mais objetivas entre os elementos do campo perceptual.

É neste sentido que Vigotski (1991, p. 37) afirma: a percepção humana é a percepção de *objetos reais*. O mundo é visto não apenas em seus elementos isolados, em “cor e forma”, mas também com “sentido e significado”. “Não vemos simplesmente algo redondo e preto com dois ponteiros; vemos um relógio e podemos distinguir um ponteiro do outro”. A percepção humana passa a ser, assim, a *percepção categorizada* do mundo.

Luria (1979, p. 35) relaciona o significado da palavra com a capacidade de analisar o objeto, distinguir suas propriedades essenciais (discriminar o traço

essencial) e relacioná-lo a determinadas categorias. A palavra tem, portanto, a função de *abstrair* e *generalizar*, processos fundamentais para a organização dos objetos do mundo em um sistema complexo de associações e relações. Isto é, a palavra retira o objeto do campo das imagens sensoriais, formadas por captação imediata e o inclui no “sistema de categorias lógicas que permitem refletir o mundo com mais profundidade”.

Contudo, a criança pequena, presa ainda no campo perceptual imediato, não saltará de uma vez para alcances abstrativos maiores. Neste sentido, conforme Vigotski (2001), a palavra aprendida pela criança pequena não se identifica ainda com o *conceito* propriamente dito. Este, não se produz mecanicamente³. O pensamento da criança desenvolve paulatinamente a capacidade abstrativa à medida que se apropria, não meramente da linguagem verbal, mas do conhecimento sistematizado capaz de categorizar o mundo em *sistemas de conceitos científicos*.

O pensamento e a percepção categorizados tanto não são dados prontamente que, ao estudar o desenvolvimento do pensamento conceitual, Vigotski (2001) estabeleceu uma periodização: guiada pela apropriação de conhecimentos, a criança parte do pensamento por agrupamento sincrético, proveniente de sua percepção ainda desorganizada do mundo, na qual predominam conexões subjetivas, para as etapas do pensamento por complexos, nas quais ocorre o estabelecimentos de relações de diferentes tipos (de caráter cada vez mais objetivo) e também de generalizações. O máximo grau do desenvolvimento do pensamento por complexos, a forma dominante do pensamento infantil, é chamado pelo autor de estágio do *pseudoconceito*.

³ Vigotski (2001) afirma que o conceito de cachorro não é formado espontaneamente na criança por meio da superposição de diferentes imagens de um cachorro, para que se consiga uma espécie de “cachorro coletivo” ou cachorro genérico. Se assim o fosse, o pensamento natural conseguiria formar conceitos. Conforme explica Davidov (1988, p. 108), o desenvolvimento do pensamento abstrato pressupõe uma via ascendente, que caminha do concreto sincrético ao abstrato e outra via, descendente, que caminha do abstrato ao concreto pensado. A primeira via consiste na construção da abstração (ou seja, no conceito) do aspecto geral, universal do fenômeno. Por sua essência, a abstração não pode expressar o conteúdo especificamente concreto do objeto. Portanto, no caminho inverso, “esta abstração se satura de imagens visuais concretas do objeto correspondente, se faz rica e com conteúdo”.

O comportamento dos sujeitos participantes de experimentos sobre a periodização do pensamento é descrito por Luria (1979) do seguinte modo: em tenra idade, crianças acumulam figuras reunidas casualmente (agrupamento sincrético). Mais tarde, as figuras são reunidas de acordo com sua cor, forma ou tamanho. Às vezes, os grupos se formam com base em traços identitários que mudam em um conjunto seriado. Assim, a criança reúne, em série: uma pirâmide grande azul, um grande cilindro azul, um cilindro pequeno amarelo, uma pirâmide pequena amarela (primeiras etapas do pensamento por complexos). Destaca-se, neste processo, que os objetos são identificados e reunidos de acordo com seus traços aparentes. Comumente, o pensamento por complexos toma a aparência pela essência: em uma terceira modalidade, os sujeitos já conseguem encontrar os traços identitários dos objetos e reuni-los em grupos adequados, contudo, cometem deslizes, tomando por traços essenciais, os secundários.

Vigotski (2001) afirma que a característica distintiva do pensamento por complexos é a fusão entre o geral e o particular. Deste modo, por mais que o pensamento por complexos consiga captar os nexos objetivos entre os elementos da realidade, ainda não estabelece as corretas relações entre a parte e o todo, o específico e o universal. A categorização da realidade nos estágios do pensamento por complexos carece de hierarquia altamente organizada. Assim, as generalizações e abstrações que o pensamento por complexos conquista são ainda ligadas à mera aparência dos fenômenos do real e, de certo modo, dependentes de aspectos concretos. O pseudoconceito é, certamente, um alcance abstrativo e uma forma de generalização exclusiva do pensamento humano. Contudo, trata-se de abstrações e generalizações primárias e inferiores em relação aos máximos alcances possíveis ao pensamento humano.

O caminho necessário para a conquista das abstrações e generalizações superiores certamente não foi trilhado pelo pensamento humano mais espontâneo e cotidiano, mas pelo método científico. Neste sentido, Luria (1979) sinaliza a existência de dois tipos de conceitos: os comuns (cachorro, gato, árvore, flor) e os científicos (mamífero, invertebrado, bactéria, vegetal). Os primeiros são assimilados pela criança em sua experiência prática de vida e evocam imagens

relacionadas à estas experiências. Por esta razão, são carregados de conteúdo concreto. Os segundos são assimilados pela criança como resultado da aprendizagem escolar. São inicialmente formulados e apresentados à criança pelo professor e possuem, desde o início, conteúdo abstrato. A criança que é capaz de assimilar seu conteúdo abstrato deverá ter condições de completar seu conteúdo com a concreticidade necessária para que tais conceitos carreguem tanto sentido (pessoal) quanto significado (objetivo).

Para Davidov (1988), os problemas centrais do ensino estão estreitamente conectados com a fundamentação lógico-psicológica da estruturação das disciplinas escolares, de forma que conteúdo e método determinam o tipo de consciência e de pensamento do indivíduo aprendente. As formas fundamentais da consciência e do pensamento estão ligadas à abstração, à generalização e ao conceito, ou seja, as particularidades da generalização (em unidade com processos de abstração e formação de conceitos) caracterizam o tipo geral de pensamento.

A *generalização* constitui-se como via fundamental para a formação dos conceitos e consiste em, por meio da comparação, identificar propriedades essenciais e características dos objetos. À medida que a generalização significa considerar separadamente um traço essencial comum a um grupo de objetos, este processo também não se dá inseparável da análise, bem como não se separa de uma operação de abstração.

A generalização cumpre uma importante função na passagem da captação sensório-perceptual (e concreta) do mundo ao pensamento por conceitos (percepção abstrata). Tal função é a *sistematização* ou a *classificação* dos objetos e fenômenos do real, procedimento este que tem grande importância em toda a atividade de estudo: “uma das tarefas centrais do ensino consiste, justamente, em fazer as crianças conhecerem os esquemas de classificação, que refletem as correlações dos conceitos em uma e outra área” (Davidov, 1988, p. 102).

Transpondo essa premissa para o ensino de ciências naturais e biologia, haja vista que os estudantes aprendem a classificar e categorizar processos e fenômenos relacionados a todos os níveis de organização da matéria viva – da célula à ecossfera –bem como para outras disciplinas específicas destinadas à

categorização dos organismos, os chamados *sistemas de classificação dos seres vivos*, tais como a taxonomia e a sistemática filogenética, destacamos, neste artigo, a importância do ensino de ciências naturais para a promoção do desenvolvimento do pensamento teórico rigorosamente abstrato.

Quanto aos tipos de pensamento, no que tange à capacidade abstrativa, Davidov (1979) os classifica em pensamento empírico e pensamento teórico. O primeiro é derivado da ciência empírica, fundada na lógica formal. O segundo resulta da ciência e da lógica dialética. Em cada um deles, a abstração, a generalização, o próprio movimento dos processos de análise e síntese, bem como a natureza dos sistemas de classificação correspondentes apresentam particularidades as quais permitem reconhecer distinções.

A partir disto, o presente trabalho buscou esclarecer as relações entre o ensino de conteúdos específicos da biologia, referentes aos sistemas de classificação conhecidos como sistemática filogenética e taxonomia, e o desenvolvimento dos alcances abstrativos no pensamento. Buscou-se avaliar a que tipo de pensamento abstrato (empírico ou teórico) relacionam-se tanto a taxonomia quanto a sistemática, como ciências da classificação. Como consequência, procurou-se estabelecer ligações entre o ensino escolar destas ciências e o desenvolvimento, no estudante, dos alcances abstrativos no pensamento. A pesquisa foi conduzida por meio de análise bibliográfica. Os principais autores da filosofia da biologia selecionados foram Mayr (especialmente suas análises a respeito da taxonomia) e Amorim, estudioso da sistemática filogenética. O estudo da taxonomia e da sistemática foi feito tendo como referência, especialmente, as proposições de Davidov a respeito das ciências empírica e teórica.

2 Pensamento empírico ou formal, pensamento teórico ou dialético

À parte as inúmeras contradições existentes na atividade científica, esta apresenta como tendência e como característica essencial a elaboração de uma concepção objetiva de mundo. A conquista da objetividade do pensamento, longe

de ser imediata, é um processo histórico tão longo quanto a humanidade. Em outras palavras, a ciência desenvolve-se tendo como determinante, em última instância, a estrutura econômica das diferentes formações sociais que foram se constituindo ao longo da história humana. “A razão do mundo é a razão do mundo”, afirma Tonet (2013, p. 21).

A transição do mundo medieval para o moderno fez emergir o padrão moderno de ciência, fundamentado na lógica formal. Contudo, a maturidade da sociedade burguesa – atingida no século XIX – ocasionou a percepção da insuficiência da lógica formal para a explicação da essência mais profunda dos fenômenos da realidade. O desenvolvimento da dialética neste século representou a superação de limites da lógica moderna e deu origem ao que Tonet (2013, p. 65) chamou de “padrão marxiano”, referindo-se ao advento do método científico elaborado por Marx, o materialismo histórico-dialético. É importante mencionar que, ainda que nas ciências naturais não se tenha estruturado, na época oitocentista, um método científico dialético tal como Marx o fez, a concepção de natureza adquiriu um caráter dialético⁴ mais profundo com a publicação de *A Origem das Espécies*, de Darwin.

Análises suficientemente detalhadas e aprofundadas sobre a estrutura da lógica formal e/ ou da lógica dialética foram feitas por Kosik (2002) e Lefebvre (1991), entre outros. Contudo, recorreremos, neste trabalho, especialmente, às análises de Davidov (1988) com respeito às particularidades das abstrações e generalizações dos conceitos formais, que constituem o pensamento empírico, e dos conceitos dialéticos, constituintes do pensamento teórico.

O pensamento, muitas vezes tratado como *entendimento*, detém a capacidade de captar e compreender a realidade. Esta, contudo, não é captada a uma só vez em toda a sua riqueza e complexidade de fenômenos e relações. Em virtude disso, o pensamento necessita isolar, separar, abstrair aspectos do real para compreendê-lo por partes. O problema, como bem observa Lefebvre (1991, p.

⁴Alguns evolucionistas, tais como Lewontin (1998), Mayr (1998), Gould e Lewontin (1979) fazem análises sobre o pensamento darwiniano a partir das quais é possível reconhecer os avanços dialéticos e os limites ainda metafísicos da teoria de Darwin.

131), é que não se separa elementos da totalidade sem restringir aspectos importantes de seu *conteúdo*. Para que a realidade seja compreendida, o pensamento deve ser um movimento constituinte de, necessariamente, dois momentos, simultaneamente opostos e complementares: “a redução do conteúdo” (abstração formal ou empírica) e o “retorno para o concreto” (síntese dialética).

Ocorre que, por um longo período da história, predominou, no pensamento humano, o primeiro momento: a abstração, a separação, o isolamento, característico da lógica da forma. A lógica formal caminha até a abstração, e ali permanece; todavia, o caminho em direção ao concreto somente pode ser feito pela dialética⁵.

Merece atenção um dos princípios da lógica formal conhecido como princípio da identidade. Por meio dele, o pensamento reconhece e fixa atributos do ser: “A é B”, “A árvore é verde”, “A tinta é azul”. Tal princípio aparece sob a forma da não contradição (“A não é não-A”) e da exclusão do erro (“uma afirmação não pode ser, ao mesmo tempo, verdadeira e falsa”). E, apesar de, justamente por este princípio, já se introduzir, na lógica formal, o erro como um “momento” do pensamento e a contradição como existente no real, a lógica formal não vai além dele. Define o ser pela sua identidade, sem aceitar a contradição (Lefebvre, 1991, p. 137).

A importância do princípio da identidade está no desenvolvimento da coerência do pensamento. O pensamento lógico, racional, obviamente, deve ser coerente. Porém, os perigos da lógica permanecer como lógica da forma incluem o fato de apreender o conteúdo immobilizando-o em uma essência definida de modo metafísico. A metafísica, argumenta Lefebvre (1991, p. 170), toma o princípio da identidade não como o limite dialético do pensamento, mas como seu fim, como “verdade eterna”.

O real, todavia, apresenta-se como “móvel, múltiplo, diverso, contraditório” (Lefebvre, 1991, p. 170) e é precisamente este conteúdo móvel o que não é apreendido pelas abstrações formais. E, assim, afirma o autor, quando a metafísica estabelece o princípio de identidade como verdade eterna e imutável

⁵ A partir de Hegel.

supõe o ser situado além de seu conteúdo concreto, ou seja, como *transcendente*, *eterno*. O retorno ao concreto, conquistado pela lógica dialética, demonstra que, se o ser possui alguma essência, esta essência é historicamente constituída, ou seja, mutável.

Davidov (1988) explora as distinções entre as duas lógicas, identificando a formal como pertencente à ciência empírica e a dialética à ciência teórica. Em linhas gerais, a ciência empírica (formal) centra-se na descrição objetiva dos fenômenos (suas propriedades, suas características diretamente dadas) enquanto a teórica (dialética)⁶ esforça-se para ir além da descrição imediata e desvendar as conexões internas constituintes de sua essência, que nada mais é do que o *movimento histórico universal* que constitui a totalidade da realidade. Essência (histórica) e aparência apresentam-se, assim, com diferentes conteúdos e ambas são necessárias para se explicar um fenômeno em sua totalidade. Porém, a ciência empírica alcança apenas a descrição aparente dos fenômenos. Nesse sentido, a lógica formal pode ser definida como a lógica da *aparência*. Ainda que tal descrição aparente represente profundas conquistas abstrativas, a totalidade lhe escapa. Como consequência, escapa-lhe a verdadeira natureza (essência mutável e historicamente constituída) do fenômeno.

A principal função do pensamento empírico (formal), segundo Davidov (1988), é a construção de um esquema firme de determinantes e de classificação dos objetos. O pensamento empírico possui caráter direto, ou seja, obtém o conhecimento direto e imediato da realidade. Mas a descrição da aparência dos fenômenos, de seu caráter imediato não é, como parece, tão simples. O conhecimento formal e empírico preocupa-se com a quantidade e a medida, as propriedades e a qualidade, identidade e diferença e contraposição. Portanto, o conhecimento empírico não deixa de ser uma das formas mais desenvolvidas de pensamento e seu logro consiste em conferir à contemplação um conteúdo de universalidade abstrata e formal, pois orienta-se para a *separação* e *comparação* das propriedades dos objetos com a finalidade de *abstrair deles a generalidade*.

⁶ A divisão entre lógica formal e lógica dialética, ou ciência empírica e ciência teórica é artificial. Trata-se da mesma lógica e da mesma ciência, em diferentes graus de desenvolvimento. A rigor, a lógica formal está contida na dialética, assim como a ciência empírica está contida na teórica. Esta última não prescinde da ciência empírica, ao contrário, incorpora-a.

Em virtude disto, a ciência empírica relaciona-se com a categoria da *existência presente*, com a *manifestação externa* do objeto e elabora *representações gerais* das imagens mais concretas, as quais podem ser identificadas como abstrações empíricas. As possibilidades cognoscitivas deste pensamento são muito amplas, pois assegura um campo de percepção de características e relações tanto diretamente observáveis, quanto aquelas que, em determinado momento, não são observáveis, mas deduzidas indiretamente pelo raciocínio (Davidov, 1988).

De acordo com Davidov (1988), os conceitos empíricos são elaborados por comparação e abstração de propriedades comuns, formalmente gerais, enquanto os teóricos surgem a partir da análise da função de certa relação particular dentro de um *sistema integral*. Os conceitos empíricos refletem em suas representações as propriedades externas dos objetos, enquanto os teóricos evidenciam suas *conexões internas*, indo além dos limites das representações. Nos conceitos empíricos, a propriedade geral costuma pertencer à mesma ordem das propriedades particulares e singulares dos objetos. Nos teóricos, são estabelecidas as relações entre o universal e o singular, por meio de mediações.

O essencial do tipo de generalização e abstração teóricas está em evidenciar o *movimento histórico* que é o próprio objeto o qual representam. O conceito teórico vai além da existência presente e representa a *transição*. Assim, concebe o objeto como elemento de um sistema, e, em virtude disto, estabelecendo as corretas relações entre o geral, o particular e o singular, a abstração teórica evidencia o que, no objeto específico, constitui-se como movimento universal. Esta é, precisamente, a essência do objeto, para a ciência dialética: o movimento histórico universal que é parte de todo elemento particular de um sistema. A abstração teórica configura-se, assim, como unidade de análise (ou, como Davidov a nomeia, “célula”). Deste modo, a abstração teórica, ou seja, dialética, não se apresenta como mera abstração, mas como o próprio concreto pensado. O pensamento teórico examina o concreto em desenvolvimento, em movimento, evidenciando as conexões internas do sistema, e, com isso, as relações do singular e do universal. A principal diferença entre os conceitos teóricos e as

representações gerais (empíricas), continua Davidov (1988, p. 131): “consiste em que nos primeiros se reproduzem o processo de desenvolvimento, de formação do sistema, da integridade, do concreto e só dentro deste processo se revelam as particularidades e as interrelações dos objetos singulares”.

Sustentamos que, a partir das análises de Davidov, é possível reconhecer aspectos da ciência empírica na taxonomia, bem como elementos da ciência dialética na sistemática filogenética. A história do desenvolvimento de ambos estes sistemas de classificação mostra que a taxonomia (surgida a partir de Aristóteles) predominou durante o desenvolvimento científico medieval e moderno, coincidindo com o predomínio da lógica formal; enquanto a sistemática filogenética somente pôde se desenvolver no século XX, após o desenvolvimento da lógica dialética no século anterior e, portanto, após o nascimento do pensamento darwiniano e mendeliano. A sistemática tem como método e fundamento a teoria da evolução. Sustenta-se que o pensamento de Darwin foi um avanço na direção de uma concepção dialética da matéria viva, conforme será abordado a seguir.

3 A taxonomia como um sistema empírico ou lógico-formal

É de se imaginar que, na filosofia e, posteriormente, na ciência, descrever e organizar a natureza diante da imensa diversidade da vida pode ter se constituído em uma grande e difícil tarefa. Abstrair a generalidade, isto é, identificar propriedades comuns e elaborar, a partir delas, categorias e classes de seres os quais se apresentam tão diversos é tarefa dos sistemas de classificação. Neles, as abstrações do pensamento empírico têm grande importância. O próprio Davidov (1988, p. 104) a reconhece: “sobre a base lógica se constroem, pelo geral, numerosos determinantes em diferentes ciências naturais: das plantas superiores, das algas, dos insetos, dos peixes, das aves, dos minerais etc.”.

Contudo, a *explicação sobre a origem* e os mecanismos da diversidade, incluindo a identificação do que é essencial e do que é acessório, das relações corretas entre universal, particular, singular é algo que se constitui tardiamente,

na história do pensamento científico. Pelo fato de a lógica formal não ser capaz de superar a aparência dos fenômenos, o pensamento empírico, ao permanecer nas representações gerais abstratas não desvenda a essência da natureza e, com isso, tem capacidade limitada de substituir noções metafísicas (as quais perduraram, na filosofia e nas ciências da natureza, desde a Antiguidade até o século XIX) por uma visão mais objetiva sobre os seres vivos.

Historicamente, os estudiosos preocupados com a organização do conhecimento sobre os seres da natureza valem-se de tais determinantes e representações gerais que constituem os conceitos empíricos. Aristóteles, tradicionalmente conhecido como “pai da ciência da classificação”, preocupava-se em “obter uma noção clara dos caracteres distintivos e das propriedades comuns” dos animais por ele classificados. E o caminho mais fácil para atingir tal objetivo era a comparação. Seu *Historia animalium* é organizado em comparações de estrutura (anatomia comparada), biologia reprodutiva e comportamento. Dividia animais entre “de sangue” e “sem sangue” (posteriormente reclassificados por Lamarck como vertebrados e invertebrados); vivíparos e ovíparos e, entre ovíparos, separou os “de pelo” (mamíferos) dos demais, hoje conhecidos como répteis e anfíbios; distinguiu cetáceos de peixes e mamíferos terrestres; classificou diversos tipos de animais com asas etc. (Mayr, 1998, p. 178).

De acordo com Mayr (1998), o método de classificação que predominou de Cesalpino (1519-1603) até Lineu (1707-1778), seguia a lógica das divisões dicotômicas⁷ que começava com um número de classes facilmente reconhecíveis e os dividia em conjuntos subordinados de subclasses, por meio de caracteres diferenciadores. Não era necessário nenhum conhecimento especializado do mundo natural para se realizar esta classificação. Bastava dominar o procedimento da divisão lógica. Tal método foi especialmente popular em um período da história em que o conhecimento humano empenhava-se em buscar ordem e lógica no universo criado por Deus. O método da divisão lógica servia para descobrir e definir uma *essência eterna, transcendente* dos organismos. Nas palavras de Mayr:

⁷ Este método iniciou-se com Platão, mas teve plena importância após Aristóteles (Mayr, 1998).

Se o mundo representa um sistema ordenado, que outro meio melhor podia existir, no seu estudo e análise, do que os instrumentos e os métodos da lógica? Uma classificação só podia refletir adequadamente a ordem da natureza, se baseada nas verdadeiras essências dos organismos. Era o método da divisão lógica que haveria de servir para a descoberta e definição dessas essências. (Mayr, 1998, p. 188).

A taxonomia de Lineu, diferentemente do método dicotômico, obedece a um sistema de categorias hierárquicas. Contudo, fundamentava-se ainda na ideia de que cada organismo seria possuidor de uma “essência” dada a ele no momento da criação. O sistema de Lineu influenciou as categorias taxonômicas atuais, as quais ainda são chamadas de lineanas (Mayr, 1998). Na taxonomia zoológica, as principais categorias, da mais geral à mais específica são: Reino, Filo, Classe, Ordem, Família, Gênero, Espécie. Entre elas existem outras categorias intermediárias, identificadas pelos prefixos *super* ou *sub*, indicando sua ordem no sistema hierárquico. Os grupos de animais situados em qualquer nível categórico particular são chamados de táxons. Tomando como exemplo a estrela-do-mar gigante, sua classificação em táxons correspondentes às categorias listadas, do táxon mais genérico ao mais específico, seria: (Reino) Animalia ou Metazoa; (Filo) Echinodermata; (Classe) Asteroidea; (Ordem) Forcipulatida; (Família) Asteroidea; (Gênero) *Pisaster*; (Espécie) *Pisaster giganteus*. (Brusca, 2007).

A concepção de natureza que fundamenta o método da taxonomia possui um elemento que merece atenção e que evidencia a visão essencialista dos seres vivos ligada a este sistema de classificação: o conceito de espécie.

Enquanto táxon, a palavra espécie significa uma classe que abarca objetos (indivíduos ou organismos) os quais partilham certas propriedades definidoras. De Platão e Aristóteles até Lineu, e de Lineu ao século XIX, muitos naturalistas identificavam uma espécie com base nas características que a distinguiam de outras espécies, isto é, com base na diferença. A espécie *não se altera*, é constante ao longo do tempo e todos os desvios que contradizem sua descrição constituem-se como meros acidentes, isto é, como “manifestações imperfeitas de sua essência” (Mayr, 2004, p. 189). Este conceito, conhecido como *conceito tipológico de espécie*, é mais precisamente definido a seguir:

(1) Uma espécie consiste em indivíduos que compartilham a mesma “essência”. (2) Cada espécie é **separada de todas as outras por uma descontinuidade marcada**. (3) Cada espécie é **constante através do espaço e do tempo**. (4) A variação possível dentro de qualquer espécie específica é bastante limitada. (Mayr, 2008, p. 178, destaques nossos).

Acrescenta-se, como observação que, a relação existente entre as categorias do sistema hierárquico de Lineu parecia ser vertical, mas não horizontal. Tomando o exemplo da estrela-do-mar gigante, a relação vertical se daria do seguinte modo: a espécie (*Pisaster giganteus*) está contida na categoria superior, o gênero (*Pisaster*), que está contida na família (Asteriidae) e assim por diante. Porém, quando se considera as espécies naturais como entidades constantes no tempo e separadas umas das outras, torna-se difícil (senão impossível) conceber como uma espécie relaciona-se com outra espécie. As questões: “qual a relação entre a estrela-do-mar gigante e outras espécies do gênero *Pisaster*? Qual a relação entre as famílias da classe Asteroidea?” permaneceram um longo período sem resposta ou sem nem ao menos serem formuladas.

Contudo, logicamente, a presença de caracteres semelhantes entre as diferentes espécies não passou completamente despercebida ao longo da história. O desafio de resolver a questão do parentesco ou afinidade existente entre espécies as quais eram concebidas como entidades separadas, descontínuas e constantes no tempo se impôs à taxonomia oitocentista. Porém, tal afinidade era observada pelo compartilhamento de caracteres considerados “essenciais” no sentido de serem *imutáveis*. A solução deste problema colocava em cheque aspectos fundamentais da concepção metafísica de natureza.

O critério para se estabelecer o status de espécie, levando-se em consideração o conceito tipológico, era o *grau de diferença fenotípica* (Mayr, 2004). Sabe-se que a biologia trata como fenótipo⁸ as características morfológicas, fisiológicas e comportamentais apresentadas pelo organismo, as quais constituem-se como *propriedades aparentes*, cuja origem se encontra em

⁸ Também são parte do fenótipo (no sentido de oposto a genótipo) as características que se constituem como processos invisíveis, tais como os bioquímicos, os quais necessitam de métodos indiretos de detecção.

processos ocultos, como os genéticos. A origem mais profunda (genética) dos caracteres começou a ser desvendada a partir de Mendel (1822-1888), o que justifica o fato de, até o século XIX, a taxonomia ter se apoiado apenas no fenótipo.

As fragilidades do conceito tipológico de espécie as quais foram se revelando com o passar do tempo, evidenciavam contradições no que era estabelecido como diferença e como semelhança. No primeiro caso, com frequência cada vez maior eram encontradas na natureza características intra-específicas tão diversas umas das outras que indivíduos de uma mesma população⁹ pareciam mais distintos entre si do que indivíduos de espécies diferentes. No segundo caso, de modo inverso, em muitos grupos de vegetais e animais constituídos de indivíduos semelhantes a ponto de parecerem indistinguíveis, revelou-se serem estes indivíduos membros de espécies distintas (Mayr, 2004). Quando, na natureza, duas populações de organismo morfológicamente idênticos constituem-se espécies diferentes, tem-se o fenômeno conhecido como espécies-irmãs (ou crípticas). Apesar de sua semelhança morfológica, as diferenças genéticas podem ser tão grandes quanto espécies morfológicamente bem distintas.

Daí decorre a questão principal abordada pelas ciências da classificação a qual a taxonomia não conseguiu solucionar: quando a classificação é feita com base em características aparentes, quando ela não alcança a essência histórica e universal dos fenômenos os quais classifica, o resultado é um *sistema artificial e abstrato*. Isso abre espaço para a co-existência de diversos sistemas possíveis de classificação, pois, se as características tomadas como fundamento para a ordenação dos objetos (indivíduos, espécies) são aparentes e não essenciais, qualquer característica serve ao propósito. De fato, foram muitas as escolas taxonômicas que surgiram ao longo da história. Amorim (2002) menciona, por exemplo, as escolas lineana, catalogatória e numérica.

Para alguns especialistas, como Bernardi, o que falta nas escolas taxonômicas é unidade metodológica.

⁹ Na ecologia, o conceito de população refere-se a um conjunto de indivíduos de uma mesma espécie.

Quando falo em método, refiro-me a uma metodologia ao mesmo tempo sólida e consistente com a teoria da evolução. (...) A taxonomia tradicional só comporta um tipo de treinamento, a familiarização sensorial, neural, com os espécimes. Esse conhecimento é indispensável aos taxonomistas de qualquer tendência, mas é insuficiente para a tomada de decisões, para a solução de problemas de relacionamento formulados pela teoria sistemática.¹⁰

Bernardi, ao ressaltar os limites da taxonomia atual para explicar a diversidade dos seres vivos, afirma que a evolução é a única teoria científica da diversidade biológica. Esta afirmação poderia, ainda, ser formulada de outra maneira: a evolução é a única teoria que desvenda a origem da diversidade biológica e a essência do processo histórico de constituição das espécies e de todos os táxons os quais a taxonomia tem pretendido classificar.

4 A sistemática filogenética como um sistema teórico ou dialético

À altura da época oitocentista, a hipótese de que a natureza estava em mudança não era nova. No final do século XVIII, em oposição ao fixismo, a hipótese transformista da evolução biológica lançava a afirmação de que os seres vivos se transformavam¹¹ ao longo dos tempos. No mesmo século, Maupertuis (1698-1759), Buffon (1707-1788) e Erasmus Darwin¹² (1731-1802) procuravam demonstrar que as estruturas das espécies não eram fixas, que, ao contrário, sofriam transformações.

Mas foi Lamarck (1744-1829), cujo pensamento traz imensas contribuições ao evolucionismo, quem apresentou um completo sistema teórico explicativo sobre as mudanças históricas nas espécies. Afirmava que as espécies não existem todas há um mesmo período de tempo, que sua constância era relativa e a invariabilidade, apenas temporária (Lamarck, 1914). A variabilidade a qual

¹⁰ Nelson Bernardi, no prefácio do livro *Fundamentos de Sistemática Filogenética* (Amorim, 2002, p. 9).

¹¹ A ideia da transformação da natureza está presente, inclusive, na filosofia grega da Antiguidade.

¹² Naturalista, avô de Charles Darwin.

Lamarck enxergava nas espécies era por ele atribuída às mudanças ambientais, que produziam transformações nos organismos. A esta ideia liga-se o conceito de adaptação, que, portanto, não é exclusivo do pensamento darwiniano.

Lamarck defendia a hipótese idealista de que, sob certas condições, a ação espontânea de “fluidos ativos” atuantes sobre a matéria inorgânica seria capaz de gerar vida. Para Tidon (2014), a essência da teoria lamarckiana pode ser assim sintetizada: eventos de geração espontânea dão origem a organismos simples que, pela ação do tempo e por meio do processo adaptativo, seguem suas trajetórias evolutivas, aumentando progressivamente sua complexidade. Porém, em virtude do ambiente que ocupam, as linhagens das espécies seguem caminhos evolutivos diversos (no entanto, progressivos), o que explicaria a existência de grupos tão distintos quanto animais e plantas. Por ser capaz de captar, mesmo que sob um fundamento idealista, a existência de um movimento histórico universal na constituição dos seres vivos, Lamarck via a artificialidade das abstrações empíricas que levavam aos sistemas de classificação vigentes:

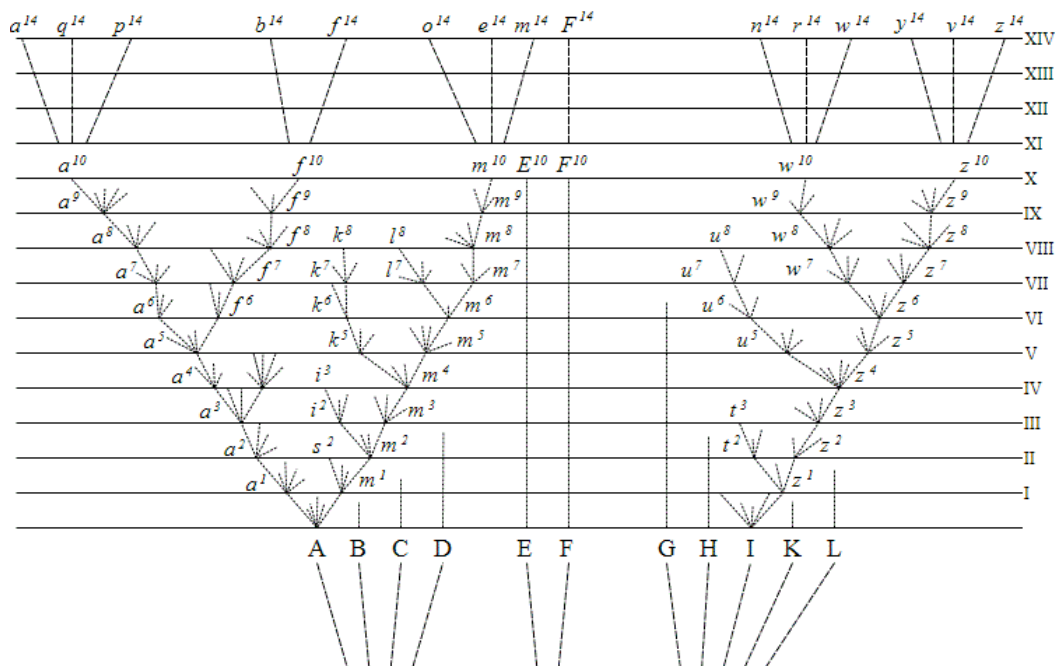
Dado o cenário acima, não é surpresa que Lamarck considerava artificial a classificação dos seres vivos em espécies, gêneros, famílias, ordens e classes: para ele apenas os indivíduos têm existência real. Uma espécie gradativamente se tornaria outra, mais complexa, ao longo de sua jornada evolutiva através das gerações. (Tidon, 2014, p. 69)

Contudo, foi o pensamento de Darwin e Wallace, divulgado a partir de 1859 que representou, conforme afirma Mayr (2004), uma revolução na concepção de mundo, a qual, iniciada no pensamento científico, influenciou também o senso comum. Para Mayr (2004, p. 101), Darwin instaurou a ciência natural secular e desafiou os principais componentes da “teologia natural”. Um destes componentes, o qual postulava a imutabilidade das espécies, foi refutado com a ideia de que o mundo natural evoluía. Apesar de não ser esta, como já dito, uma ideia original, a teoria darwiniana dava explicações muito mais precisas ao movimento da matéria viva, pois, alinhado a este princípio, além de introduzir o processo da seleção natural como um dos principais mecanismos de geração da variabilidade, trazia a tese de que as espécies não foram criadas, mas vieram de

um *ancestral comum*. Para Mayr (1998), nenhum evolucionista havia ainda tratado de modo tão inequívoco a origem da afinidade entre as espécies.

Amorim (2002) e Spivak (2006) lembram que a única figura da edição original de *A Origem das Espécies* é uma árvore filogenética: um diagrama que mostra uma origem comum da qual partem ramificações expondo a genealogia de um conjunto de organismos hipotéticos (Figura 1).

Figura 1 – Esquema da descendência com modificaçãoⁱ



ⁱ Supondo que A represente um determinado gênero variável, as linhas pontilhadas divergentes e de comprimento desigual que partem de A retratam seus descendentes variáveis. O diagrama acima esquematiza o processo de evolução de espécies, designado por Darwin como “descendência com modificação”

Fonte: Darwin, 2004, p. 125.

A partir de Amorim (2002, p. 58), é possível concluir, igualmente, que o pensamento sobre a natureza anterior a Wallace e Darwin contribuiu para a descrição da mutabilidade existente em cada espécie, *em separado* (“a ausência de ligação entre as espécies é típico de todas as visões pré-evolucionistas”). Já a proposição de um ancestral comum que conecte todas as espécies, além de avançar na direção da superação da metafísica¹³, contraria as explicações

¹³ A qual, de acordo com Lefebvre, corresponde ao “pensamento que separa o que está ligado” (1991, p. 53).

platônicas (idealistas) da natureza e fornece uma *origem materialista para todas as espécies*, incluindo o próprio ser humano.

Neste sentido, uma das contribuições do darwinismo para a classificação dos seres vivos inclui inserir a ancestralidade comum como aspecto ordenador da biodiversidade – o que não deixa de ser um reconhecimento da contradição, princípio dialético, como elemento explicativo do ser natural (a *diversidade* e a complexidade têm origem num grupo comum, constituído por seres muito simples e *uniformes*). Além disso, o pensamento darwiniano compreende a vida em suas dimensões *históricas*. Com base em Davidov, pode-se dizer que a história escapa à ciência empírica, preocupada predominantemente com a categoria da *existência presente*. A classificação dos seres vivos feita empiricamente parece partir precisamente de uma pergunta referente à existência presente: o que é este organismo? Já um sistema teórico parte de outras questões além desta, tais como: qual é sua *origem*? Como chegou a ser o que é hoje?

A citação de Darwin a respeito de seu diagrama (árvore filogenética) a seguir ilustra a essência historicista do método filogenético de classificação dos organismos:

Têm sido representadas algumas vezes sob a figura de uma grande árvore as afinidades de todos os seres de uma mesma classe e creio que esta imagem é assaz adequada sob certos pontos. Os ramos e os gomos representam as espécies existentes; as ramificações produzidas durante os anos precedentes representam a longa sucessão das espécies extintas. A cada período de crescimento todas as ramificações tendem a estender os ramos por toda parte (...) As bifurcações do tronco, divididas em grossos ramos e estes em ramos menos grossos e mais numerosos, tinham, outrora, quando a árvore era nova, apenas pequenas ramificações com rebentos. Ora, essa analogia (...) representa bem a classificação de todas as espécies extintas e vivas em grupos subordinados a outros grupos. (...) Desde o crescimento inicial da árvore mais de um ramo deve ter murchado e caído; ora, esses ramos caídos podem representar as ordens, as famílias e os gêneros inteiros, que não têm exemplares vivos (...) Da mesma maneira que vemos na árvore um ramo delicado, abandonado, que surgiu de qualquer bifurcação inferior e, em consequência de felizes circunstâncias, permanece ainda vivo e atinge o cume da árvore. (Darwin, 2004, p. 141).

Para Mayr (2008, p. 174), foi Simpson quem percebeu que a tarefa de estudar a diversidade da vida não poderia se reduzir à mera descrição de espécies

e construção de inventários. Sugeriu, portanto, que a palavra “taxonomia” designasse aspectos tradicionais da classificação (descrever e classificar a biodiversidade), enquanto a palavra “sistemática” fosse aplicada para a ciência que inclui “a classificação, o estudo comparativo de todas as características das espécies, bem como uma interpretação do papel de táxons inferiores e superiores na economia da natureza e na história evolutiva”. Em outras palavras, para além de *descrever* o mundo vivo, a tarefa da sistemática é *compreendê-lo, explicá-lo*.

Deste modo, os táxons, quando tratados pela sistemática filogenética, não são abstrações criadas pelos especialistas, mas *entidades biológicas reais e históricas* (Amorim, 2002). “Com isso, seria mais apropriado chamar a classificação, quando ela reflete a filogenia, de *sistematização*, pois, nesses casos, apenas descrevemos o sistema de relações de parentesco entre as espécies”, afirma Amorim (2002, p. 88).

A partir disso, é possível estabelecer a seguinte relação: a taxonomia parece ser uma ciência empírica à medida que toma como núcleo de seus sistemas de classificação características aparentes e secundárias dos organismos. Com isso, não consegue estabelecer de modo orgânico e inequívoco as relações reais entre a singularidade, a particularidade e a universalidade. A taxonomia elabora complexos sistemas de classificação, porém, constituídos de representações (generalizações) abstratas. A taxonomia, assim como toda ciência lógico-formal, permanece no plano abstrato, cedendo ao risco das absolutizações e interpretações metafísicas, separando o que é originalmente, conectado (as espécies). O caminho de ascensão ao concreto na interpretação dos fenômenos da diversidade biológica é feito pela teoria que identifica de onde surgiu e para onde tem caminhado a diversidade. É feito, portanto, pela teoria da evolução. O sistema de classificação que utiliza a evolução como método e fundamento é a sistemática filogenética.

A proposta da sistemática para produzir a classificação dos seres vivos tem como eixo central o fato de que “as classificações biológicas devem ser um reflexo inequívoco do conhecimento atual sobre as relações de parentesco entre os táxons” (Amorim, 2002, p. 95). Deste modo, os táxons devem, necessariamente,

constituírem-se como grupos *de mesmo ancestral comum*. Na filogenia estes grupos são chamados de *monofiléticos*, o que significa, literalmente, provenientes de um único ramo. A definição mais aceita de grupo monofilético é: “um conjunto de espécies incluindo uma ancestral e todas as suas espécies descendentes” (Amorim, 2002, p. 32).

Logicamente, a certeza de que um conjunto de táxons constitui um grupo monofilético depende de um esforço intenso de pesquisas em múltiplas áreas das ciências biológicas (fisiologia, genética, etologia, paleontologia, biogeografia etc.). Não se pode dizer que, atualmente, a sistemática já tenha alcançado a certeza de que todos os táxons por ela estudados são classificados como monofiléticos. Quando o grupo não se constitui como monofilético, ou seja, quando é composto de espécies cujo ancestral comum não é exclusivo delas, este grupo é chamado de *merofilético*.

Amorim (2002) lembra que as classificações propostas desde o século XVIII apresentavam diversos táxons merofiléticos, alguns dos quais se dissolveram bem antes das análises filogenéticas começarem a se desenvolver, pois sua heterogeneidade e a falta de proximidade entre seus membros era muito evidente.

O caso dos “Vermes”, de Lineu, talvez seja o mais típico. Muitos outros, no entanto, foram mantidos e defendidos como agrupamentos úteis mesmo depois da disponibilidade de um método filogenético. “Pisces”, por exemplo, compõe um táxon merofilético. Fazem parte desde grupo os Agnatha (lampreias e bruxas), Chondrichthyes (tubarões e arraias), Actinopterygii (peixes ósses) e Dipnoi (“peixes” pulmonados). A verificação da condição merofilética deste grupo, no entanto, só foi confirmada **quando se demonstrou que uma parte dos membros deste grupo tinha maior parentesco com grupos que não pertenciam a Pisces do que com certos membros do próprio grupo.** (Amorim, 2002, p. 32).

Para o autor supracitado, o primeiro passo para dominar o método filogenético é o compreender a *homologia*, um dos conceitos fundamentais de toda a biologia comparada, pois consiste na ferramenta básica a qual permite a comparação entre partes de indivíduos distintos. Tal conceito, quando derivado da filosofia idealista (Saint Hilaire e Owen), diz respeito apenas a uma relação de

semelhança topológica – de posição espacial – entre estruturas corporais de diferentes organismos, independentemente de sua função ou gênese. Homologia fazia oposição ao conceito de *analogia*, que evidenciava a mesma função em órgãos não correspondentes em posição, em diferentes indivíduos. Tendo a topografia como traço fundamental, o conceito de homologia não ultrapassava o pensamento empírico e sua base lógico-formal, pois evidenciava aspectos aparentes das estruturas biológicas e não o que nelas existe de essencial. Em sua reformulação evolucionista, o conceito de homologia refere-se a estruturas que possuem a mesma origem filogenética. Em outras palavras, a semelhança de forma, posição e às vezes de função entre estruturas de organismos diferentes é resultado da ancestralidade comum entre as espécies. Neste caso, ao evidenciar a ancestralidade comum, o conceito dialético de homologia revela o movimento universal e histórico que conecta todas as espécies existentes na atualidade. A palavra *homólogo*, afirma Amorim (2002), poderia até ser substituída pela palavra *homogenético* (embora este termo não seja utilizado) na formulação evolucionista. Deste ponto de vista, diversas estruturas antes consideradas homólogas (na aparência) deixaram de ser assim conceituadas, como é o caso das asas de um mamífero e as asas de uma ave.

Uma comparação cuidadosa entre a forma e posição das asas de um morcego e da ema mostra que elas diferem de diversas maneiras: na ave, as membranas alares ligam a parte distal do membro anterior ao tórax; em um morcego, as membranas estendem-se entre os dedos extremamente alongados do membro anterior. A semelhança é superficial. Como há um grande número de outros caracteres que mostram que os morcegos formam um subgrupo de mamíferos, pode-se inferir que as modificações genéticas que produziram aquilo que se chama de ‘asa’ em um e em outro desses grupos surgiram duas vezes, em ancestrais independentes. Além disso, há muitas evidências de que a espécie ancestral mais recente comum a aves e morcegos – o ancestral de todos os Amniota – não apresentava asas. (Amorim, 2002, p. 20).

Na concepção da sistemática filogenética, entende-se que os táxons devem ser constituídos de modo a expressar etapas evolutivas dos grupos em questão. Cada etapa corresponde ao surgimento de características novas e condições

especiais alcançadas que confeririam habilidade de explorar novos ambientes ou de alcançar nova situação adaptativa. Deste modo, a filogenia concebe as diferenças e similaridades entre os organismos em *séries de transformação*¹⁴, que consistem na reconstrução histórica das modificações ocorridas em uma estrutura, determinando, em um conjunto de condições homólogas, quais são as mais antigas, chamadas de *plesiomórficas* e quais são as modificadas, isto é, as novas, derivadas a partir das antigas, chamadas de *apomórficas*. As asas posteriores dos Hexapoda (insetos), por exemplo, apresentam-se na condição plesiomórfica (mais antiga ou primitiva) quando são tão desenvolvidas quanto as anteriores, como na libélula. A condição apomórfica apresenta-se na forma de halter, bastante atrofiada, como em moscas. Em vertebrados, a presença de escamas na epiderme é condição plesiomórfica e a presença de pelos é apomórfica. A condição do andar ereto em humanos é apomórfica em relação aos seus ancestrais tetrápodes. O caráter *não é um estado*, afirma Amorim, mas uma *modificação* surgida de um processo histórico evolutivo. Deste modo, há condições intermediárias nas séries de transformação. Em determinada série que apresente a sequência A – B – C – D, identifica-se a condição D como apomórfica em relação a A, B e C; a condição C é apomórfica com relação a A e B, mas plesiomórfica com relação a D e assim por diante. “Uma modificação anterior em uma série está

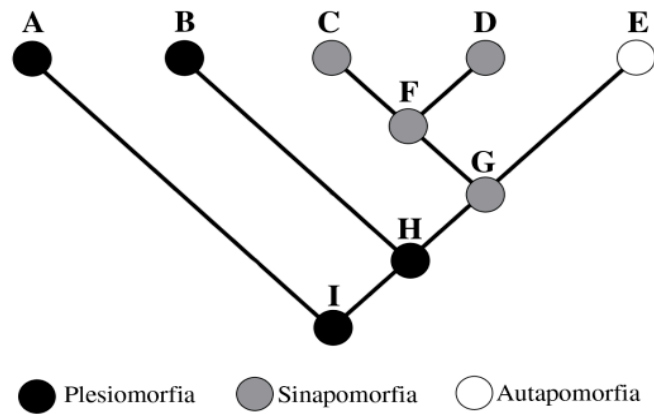
¹⁴ Há aqui dois alertas importantes a serem feitos. Em primeiro lugar, o estudo das modificações históricas de determinada estrutura mostra uma série linear de transformação, mas não é bem assim que acontece na natureza. O movimento evolutivo, tal como explicado pelo mecanismo da seleção natural não é linear, tampouco progressivo, como acreditou Lamarck. Como bem explica Lewontin (1998), Darwin estabeleceu um modelo variabilístico de evolução, em contraposição às teorias transformacionais anteriores. Apesar do uso do termo “série de transformação”, é errôneo imaginar que uma estrutura biológica *se transforma diretamente em outra* ao longo de sua história evolutiva. A transformação acontece por meio da atuação da seleção natural na diversidade de características apresentadas pela espécie, de modo que as mais adaptadas sobrevivem e podem ser transmitidas por hereditariedade. As não adaptadas perecem e não são passadas de geração em geração. Considerando o tempo histórico, é possível observar a transformação de características antigas em novidades evolutivas, contudo, tal transformação ocorre pela seleção natural.

Em segundo lugar, quando se estabelece a relação entre as proposições de Davidov sobre o pensamento teórico e as teorias evolutivas, leva-se em conta o seguinte: para Davidov, enquanto o pensamento empírico responde à pergunta “o que é este objeto?”, o teórico, por incluir a dimensão histórica, responde às questões “o que é, o que foi e o que pode vir a ser este objeto?” Logicamente, quando se trata da *história do ser orgânico*, dificilmente o pensamento teórico será capaz de responder ao que o objeto pode vir a ser, visto que a evolução nos fornece pistas sobre o *passado* da espécie e de suas estruturas e não sobre seu futuro. Portanto, pode-se considerar que os conceitos sobre a classificação dos seres vivos, quando teóricos, evidenciam o movimento histórico que já aconteceu.

presente em todas as modificações posteriores na mesma estrutura, surgidas mais recentemente na história de um grupo” (Amorim, 2002, p. 23).

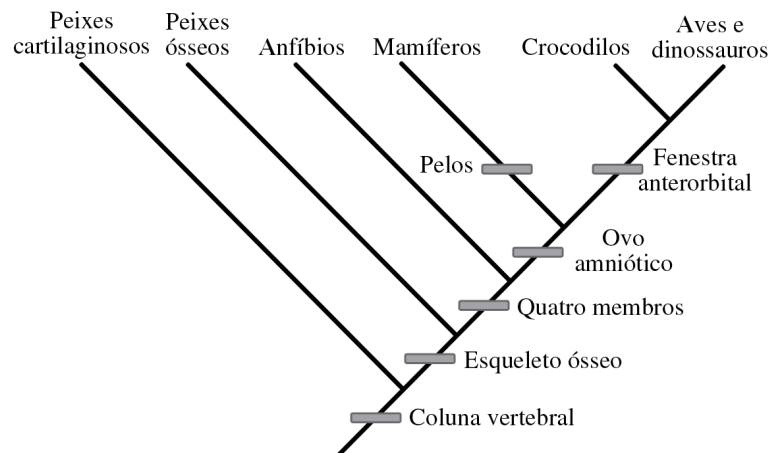
O compartilhamento das condições plesiomórficas e apomórficas pelos organismos de um grupo é denominado de *simplesiomorfia* e *sinapomorfia*, respectivamente. Assim, diz-se que a presença de pelos é sinapomorfia de mamíferos e a ectotermia é simplesiomorfia de répteis. Em síntese, o método de reconstrução filogenética tem como objetivo *listar sinapomorfias* (características mais recentes compartilhadas por um grupo) e, assim, *delimitar grupos monofiléticos* (de ancestral comum) (Amorim, 2002).

Figura 2 – Cladogramaⁱⁱ



ii Um cladograma (representação esquemática de uma árvore filogenética) deve ser lido levando-se em conta o tempo. Os caracteres I e H são plesiomórficos (mais antigos). O caráter G é apomórfico com relação a H e I, é também uma sinapomorfia (condição apomórfica compartilhada) entre os táxons C, D e E. O ramo E apresenta uma autapomorfia, isto é, uma característica apomórfica para um único ramo terminal no cladograma.

Figura 3 – Exemplo de cladogramaⁱⁱⁱ



iii Exemplo de cladograma representando alguns táxons de vertebrados e características compartilhadas. Observe-se que a coluna vertebral é uma simplesiomorfia entre todos os grupos. O surgimento do esqueleto ósseo marca a separação entre peixes de cartilagem e todos os outros táxons, tornando-se uma sinapomorfia (em relação à coluna vertebral) compartilhada por peixes ósseos até aves e dinossauros. A presença de pelos é sinapomorfia apenas de mamíferos.

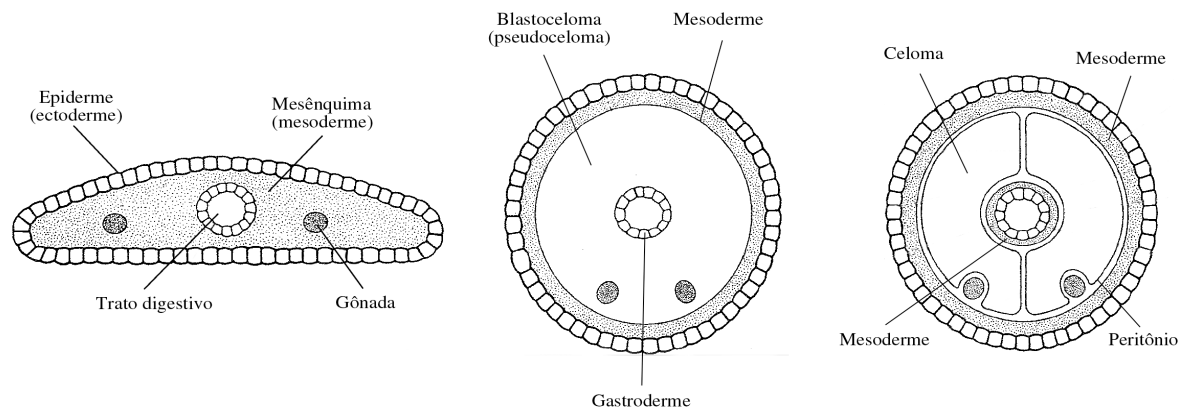
A filogenia vale-se de representações gráficas das séries de transformação as quais estuda para organizar seu sistema de classificação, como os cladogramas representados acima.

No modelo formal de classificação dos seres vivos, a característica de uma espécie – ou de um grupo taxonômico – é vista como *pertencente a ela*. Assim, diz-se, no ensino de biologia, à maneira lógico-formal, que o corpo dividido em

segmentos é uma estrutura de anelídeos¹⁵, que a vesícula de gás é característica de peixes ósseos ou que a flor é órgão típico de angiospermas. Logicamente, anelídeos, peixes ósseos e angiospermas de fato apresentam as mencionadas estruturas. Contudo, a filogenia vai além da existência presente e não vê tais estruturas como propriedade de um determinado grupo atual, mas como “resultado da herança, com ou sem modificações, de características homólogas que existiam em suas espécies ancestrais e das ancestrais de suas ancestrais até o início da vida” (Amorim, 2002, p. 58).

Tais estruturas reconhecíveis em organismos não são concebidas, na visão evolucionista, como partes autônomas, mas como elementos de um *sistema integral*: o corpo. Nenhuma estrutura evolui senão *em relação com o corpo* como um todo. Por diversas que sejam as formas de vida e as estratégias empregadas pelos organismos para mantê-la, há princípios biológicos, físicos e químicos básicos (universais) os quais se reúnem para compor o que é conhecido como *bauplan* ou padrão básico de corpo (ver figura 4).

Figura 4 – Exemplos do que significa *bauplan*^{iv}



^{iv} Exemplos do que significa *bauplan*. A figura mostra seções transversais esquemáticas dos planos de corpo principais de metazoários **acelomados** (à esquerda), isto é, sem cavidade corporal para abrigar órgãos internos; **pseudocelomados** (centro), animais de cavidade corporal não formada a partir da mesoderme e nem completamente revestidas por peritônio ou outro tecido mesodermal; e **celomados** (direita). Estão indicadas apenas as principais estruturas diferenciadoras de cada *bauplan*.

Fonte: Adaptado de Brusca (2007, p. 50).

¹⁵ Minhocas, poliquetas e sanguessugas.

O conceito de *bauplan* na concepção evolucionista atual¹⁶ refere-se tanto à estabilidade morfológica, ou seja, a certa estabilidade de forma que se mantém através do tempo evolutivo e da divergência filogenética; quanto ao fato de que alguns aspectos estruturais do corpo variam mais do que outros (Brusca, 2007). Em outros termos, o *bauplan* não se refere a um tipo ideal (no sentido platônico) de organismo, nem a uma essência fixa. Ao contrário, refere-se a um padrão temporário, portanto, a um movimento histórico. Padrão este que é universal, pois compartilhado por todos os organismos de um determinado grupo. De acordo com Brusca (2007), as características de um *bauplan* não são as características filogenéticas particulares (não correspondem às *sinapomorfias* de um organismo). Ao contrário, o padrão corporal é constituído de conjuntos de planos corpóreos correspondentes a um sistema hierárquico ancestral-descendente. Assim, serpentes possuem um *bauplan* diferente do *bauplan* de tartarugas, lagartos e crocodilos, no entanto, todos eles compartilham o *bauplan* dos répteis. O que a reconstrução filogenética procura fazer é estabelecer as relações entre as sinapomorfias (caracteres particulares) e o *bauplan* (padrão geral) de determinado grupo, a fim de reconhecer e classificar uma linhagem monofilética.

5 Considerações finais

Tratamos de elementos que dizem respeito a princípios gerais dos fundamentos filosóficos e dos métodos de classificação da taxonomia e da sistemática filogenética, tendo em vista que procuramos, na presente explanação, elencar elementos essenciais de ambos os sistemas de classificação, os quais podem fornecer indícios de que estas ciências se aproximam, respectivamente, do pensamento empírico e do pensamento teórico.

¹⁶ De acordo com Brusca (2007, p. 43), o conceito de **arquétipo** foi apresentado em 1848 por Owen para representar um “organismo modelo ou a soma das características compartilhadas por um grupo de organismos relacionados”. E Haeckel, tendo como objeto a biologia do desenvolvimento, elaborou o conceito de arquétipo embriológico na segunda metade do século XIX. Na zoologia, em 1945, o termo *bauplan* foi usado pela primeira vez. Em 1989, Eldredge define *bauplan* como “o plano estrutural comum de um táxon monofilético”. Gould, em 1992, introduz a ideia de que limitações anatômicas levam a planos corporais fundamentais.

Os limites da ciência empírica consistem em imobilizar o conteúdo de seus conceitos em uma essência metafísica. Esta ciência, apesar de representar uma grande conquista abstrativa do pensamento humano, limita-se a observar as propriedades externas, aparentes dos fenômenos os quais estuda, o que a leva a confundir a propriedade geral com a particular. É possível reconhecer na taxonomia elementos da ciência empírica, tais como a interpretação das espécies como portadoras de essências imutáveis conferidas a elas no momento da criação divina; o não reconhecimento de que estas espécies possuem essência histórica e material; a dificuldade em explicar a diferença e a semelhança (por não reconhecer as relações de parentesco entre as espécies); a preocupação com a existência presente dos organismos estudados, o que se reflete no método de descrição, classificação e realização de inventários.

É a ciência teórica aquela capaz de captar a mobilidade, multiplicidade e diversidade do real. Apoiada em uma lógica que considera a contradição e a história, esta ciência identifica as conexões internas, a essência mais fundamental dos fenômenos. Nas ciências da natureza, considera-se que o pensamento darwiniano (juntamente com as contribuições de Wallace e o desenvolvimento posterior da genética) foi o que conseguiu explicar satisfatoriamente o movimento interno de origem, produção e evolução da biodiversidade. A sistemática filogenética, servindo-se desta concepção como fundamento, desenvolveu um método de classificação dos seres vivos no qual é possível identificar elementos de uma ciência teórica. Conforme foi demonstrado no item anterior, a sistemática concebe seu objeto de estudo como algo temporal, um processo evolutivo. Não se limita a descrever a existência presente das estruturas, dos organismos e das espécies, mas considera-os como transitórios. Procura responder satisfatoriamente ao que as espécies são hoje por meio da explicação de como foram no passado. Estabelece as relações entre estruturas (elementos particulares) e o organismo (universalidade); reconhece as relações entre espécies (particularidade) e o movimento histórico universal de evolução da matéria viva.

Afirmar que a taxonomia aproxima-se de uma ciência empírica não é diminuir sua importância para o desenvolvimento do pensamento científico e do

conhecimento sobre a natureza, tampouco diminuir sua importância na formação da consciência dos indivíduos atuais. Não se pretendeu aqui endossar um antagonismo entre a ciência empírica e a lógica formal, de um lado; e a ciência teórica e a lógica dialética, de outro. Ao contrário, se o pano de fundo das reflexões feitas é a história do desenvolvimento do pensamento humano, compreende-se que a ciência teórica, a qual consiste em uma superação da empírica por incorporação, jamais seria uma conquista humana não fossem as etapas anteriores de desenvolvimento científico.

Davidov (1988) afirma a importância dos conceitos empíricos no desenvolvimento do pensamento de escolares de menor idade. Além de importante, a formação do pensamento empírico em crianças é tarefa obrigatória, diz o autor, pois os alcances lógico-formais fazem, necessariamente, parte das formas mais desenvolvidas de pensamento. Possibilita grandes alcances abstrativos e fornece precisão e determinação a seus conceitos. Todavia, retomando o que diz o autor sobre a relação entre a apropriação de conceitos e a formação da consciência, afirmamos: as formas fundamentais de pensamento, de concepção de mundo, de consciência, estão intrinsecamente relacionadas ao tipo de conhecimento do qual se apropria. Se me apropriar apenas da ciência empírica, as relações que conseguirei estabelecer são relações lógico-formais, a maneira com a qual vejo o mundo é a maneira lógico-formal. Igualmente, se tenho a possibilidade de me apropriar de formas mais desenvolvidas de ciência, conseguirei estabelecer relações dialéticas e apreender o real em sua complexidade, em seu movimento, em suas contradições. Por esta razão, no atual momento histórico de desenvolvimento da sociedade capitalista, é necessário olhar criticamente para as contribuições do pensamento empírico, por si só, para a formação da concepção de mundo de escolares.

As contribuições da concepção mais objetiva e científica de natureza não se reduzem à compreensão apenas dos fenômenos naturais, mas também interferem nas concepções a respeito do próprio ser humano. Ao conferir uma origem material e orgânica ao homem, a teoria da evolução desmistifica a imagem que

fazemos sobre nós mesmos e é capaz de provocar reflexões sobre o destino da sociedade e sobre o papel do ser humano como sujeito de sua própria história.

O esgotamento das forças produtivas aponta para a necessidade de superação da atual formação social, algo que não acontecerá sem a organização da classe trabalhadora. Está implícita, na formação da consciência de classe para si, a necessidade de compreensão profunda da realidade atual, o que inclui entender a essência dos fenômenos que revelam tanto o funcionamento da sociedade quanto o funcionamento da natureza. Não será somente com o ensino da ciência empírica que se alcançará o objetivo de elaborar, em estudantes, uma concepção verdadeiramente objetiva de mundo, capaz de superar a aparência dos fenômenos e compreendê-los em sua essência. Neste sentido, apesar de ser função da escola levar os estudantes a desenvolver alcances abstrativos empíricos, é necessário ascender do abstrato ao concreto. Concordamos com Davidov (1988, p. 121), quando diz: “o problema consiste em encontrar vias tais de ensino nas quais o entendimento (pensamento empírico) se converta em um *momento* da razão e não adquira um papel dominante e autônomo”.

Amorim (2008) faz uma síntese realista e precisa do que ocorre no ensino de Biologia no que diz respeito ao embate entre as concepções idealistas e materialistas sobre a natureza, às quais acrescentamos também a disputa entre concepções metafísicas e dialéticas. Afirma o autor: se, por um lado, entre a comunidade científica, a evolução é bem aceita, por outro, a compreensão de alguns aspectos mais profundos desta teoria ainda é limitada. O referencial anterior ao evolucionista (composto de uma mistura de elementos do essencialismo aristotélico, do idealismo de Platão e do criacionismo), de mais de 23 séculos de idade, ainda não parece superado, o que se reflete no ensino das ciências da vida. Para o autor, ao menos as disciplinas de zoologia e botânica (os sistemas de classificação de vegetais e animais podem ser aqui incluídos), até mesmo em nível universitário, ainda têm como apoio uma concepção essencialista e idealista de mundo.

A consequência é que, constando Evolução do conteúdo programático de Biologia no ensino básico, convivem formalmente dois paradigmas antagônicos: um deles, evolutivo quanto ao processo de origem da diversidade; o outro, essencialista-idealista

quanto à natureza das espécies e da organização da informação biológica. (Amorim, 2008, p. 127)

Em pesquisa a respeito do ensino de taxonomia e sistemática filogenética em escolas estaduais de São Paulo, Liporini (2016) problematiza a ausência do ensino de sistemática na educação básica e argumenta que, tanto a taxonomia quanto a sistemática configuram-se como conhecimentos clássicos – tal qual a formulação de conteúdos clássicos proposta por Saviani (2013) – e que portanto, ambas as ciências possuem conteúdo necessário para a compreensão do conhecimento biológico de forma integrada. Acrescentamos: ambas as ciências são necessárias para o desenvolvimento do indivíduo, na medida em que contribuem para o desenvolvimento de formas de consciência capazes de realizar uma compreensão objetiva do mundo.

Diante de tais análises, acredita-se ser tarefa dos professores das ciências biológicas e de pesquisadores sobre ensino de biologia que estiverem comprometidos com a transformação social e com a formação de uma concepção objetiva de mundo, reflexões acerca das questões aqui tratadas. Ainda que as relações estabelecidas aqui sobre o pensamento empírico, o pensamento teórico e os sistemas de classificação de seres vivos necessitem aprofundamento, a partir da realidade apresentada por Amorim (2008), cabe investigar o quanto o ensino escolar de Biologia tem contribuído para a formação do pensamento teórico em crianças, adolescentes e adultos. Esta questão não foge ao debate sobre as relações entre a formação da concepção de mundo e o currículo de ciências biológicas/ naturais tal como é construído pelo pensamento pedagógico hegemônico; e tal como seria construído por uma perspectiva pedagógica que pretenda a superação dos limites da pedagogia liberal.

Referências

AMORIM, D. S. *Fundamentos de sistemática filogenética*. Ribeirão Preto: Holos Editora. 2002.

_____. Paradigmas pré-evolucionistas, espécies ancestrais e o ensino de zoologia e botânica. *Ciência e Ambiente*, p. 125-150, ago/2008.

- BRUSCA, G.; BRUSCA, R. *Invertebrados*. Rio de Janeiro: Guanabara. 2007.
- DAVIDOV, V. *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico*. Moscou: Editorial Progreso. 1988.
- DARWIN, C. R. *A origem das espécies*. FONSECA, E. (Trad.). Rio de Janeiro: Ediouro. 2004.
- GOULD, S. J.; LEWONTIN, R. The spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: a critique of the adaptationist programme. *Proceedings of the Royal Society of London*, p. 581-598. 1979.
- KOSIK, K.. *Dialética do concreto*. São Paulo: Paz e Terra. 2002.
- LAMARCK, J. B. *Zoological Philosophy: an exposition with regard to the natural history of animals*. ELLIOT, H. (Trad.) Vol. 1. Londres: MacMillan and Co. 1914.
- LEFEBVRE, H. *Lógica formal, lógica dialética*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira. 1991.
- LEONTIEV, A. O desenvolvimento do psiquismo. Lisboa: Livros Horizonte. Portugal. 1978.
- LEWONTIN, R. *A tripla hélice: gene, organismo, ambiente*. Lisboa: Edições 70. 1988. 94 p.
- LIPORINI, T. Q. O ensino de sistemática e taxonomia biológica no Ensino Médio da Rede Estadual no município de São Carlos-SP. 2016. 202 f. *Dissertação* (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Bauru-SP, 2016.
- LURIA, A. R. *Curso de psicologia geral*. Vol. IV. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira. 1979.
- MAYR, E. *Biologia, ciência única*. São Paulo: Companhia das Letras. 2004.
- _____. *Isto é biologia*. São Paulo: Schwartz. 2008.
- _____. *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Brasília: Editora UNB. 1998.
- SAVIANI, D. *Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações*. 11. ed. Campinas: Autores Associados, 2013.
- SPIVAK, E. El árbol de la vida: una representación de una evolución y la evolución de una representación. *Ciencia Hoy*. Vol. 16, n. 91, p. 10-24. 2006.

TIDON, R. A teoria evolutiva de Lamarck. *Genética na Escola*. Vol.1, n.1, p. 64-71. 2014.

TONET, I. *Método científico: uma abordagem ontológica*. São Paulo: Instituto Lukács. 2013.

VIGOTSKI, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes. 4. ed. 1991.

_____. *Obras escogidas*. Tomo II. Madrid: Visor, 2001.

_____. *Obras escogidas*. Tomo III. Madrid: Visor, 1995.

Recebido em agosto de 2016.
Aprovado em março de 2017.