

A integração conceitual do conhecimento biológico por meio da Teoria Sintética da Evolução: possibilidades e desafios no Ensino de Biologia

Saionara Aparecida Andreatta¹

Fernanda Aparecida Meglhioratti²

RESUMO: Neste trabalho buscou-se analisar as dificuldades para a compreensão e aceitação do conceito de evolução biológica como um eixo integrador dos conhecimentos biológicos. É fruto de estudos realizados sobre a temática no Programa de Desenvolvimento Educacional e complementado com um grupo de estudo formado por professores da rede estadual de ensino do Paraná no município de Dois Vizinhos. Configura-se como uma síntese de reflexões sobre o tema proposto e uma tentativa de proporcionar subsídios teóricos para que os professores de Biologia da Educação Básica consigam trabalhar esse conceito em sala de aula. O ensino de Biologia frequentemente é apresentado de forma fragmentada e descontextualizado nas escolas, o que leva os alunos a não apresentar clareza acerca dos seres vivos e nem a respeito da vida em sua origem e diversidade. A teoria sintética da Evolução se apresenta como uma alternativa de explicar a Biologia dando coerência e sentido ao que se ensina. Desta forma, esse artigo propõe que através de um bom embasamento teórico e de sugestões feitas a partir das pesquisas dos autores citados, surjam algumas possibilidades da utilização do conceito de Evolução Biológica como elemento integrador do Ensino de Biologia. Palavras Chaves: Evolução. Ensino de Biologia. Integração Conceitual. Contextualização.

ABSTRACT: This study aimed to examine the difficulties in understanding and acceptance of the concept of biological evolution as a unifying element of biological knowledge. It is the result of studies on the topic in the Program for Educational Development and complemented by a study group composed of teachers from state schools in the city of Parana Dois Vizinhos. Appears as a synthesis of thoughts on the issue, and an attempt to provide theoretical support for biology teachers of Basic Education to get to work this concept into the classroom. The teaching of biology is often presented in a fragmented and decontextualized in schools, leading students to not have clarity about living and not about life in its origin and diversity. The synthetic theory of evolution is presented as an alternative to explain the biology giving coherence and meaning to what is taught. Thus, this paper proposes that by a good theoretical and suggestions from the research of those authors, some possibilities of using the concept of biological evolution as an integral aspect of teaching biology. Keywords: Evolution. Teaching Biology. Integration Concept. Context.

¹ Professora. Docente no Colégio Estadual Dois Vizinhos – PR. E-mail: andreatta@hotmail.com

² Orientadora. Docente do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. E-mail: meglhioratti@gmail.com

Introdução

A disciplina de Biologia normalmente é ensinada em nossas escolas, de forma fragmentada, com conotação memorística e destituída de abordagem histórica (SELLES e FERREIRA, 2005; PEDRANCINI *et al*, 2007; GOLDBACH e EL-HANI, 2008). O ensino de Biologia divide-se em diferentes áreas, tais como, Citologia, Genética, Zoologia e Botânica sem a devida conexão entre elas. Esse modo de ensinar Biologia faz com que o aluno não consiga representar os fenômenos naturais de forma integrada, perca o interesse pelo conhecimento biológico, uma vez que, não vê coerência nos temas estudados e não entende como os conteúdos abordados se relacionam com explicações sobre os seres vivos.

A abordagem fragmentada da Biologia faz com que os alunos não consigam estabelecer relações entre os conceitos estudados. Nessa perspectiva, por exemplo, quando os alunos estudam a estrutura molecular do DNA, não entendem onde essa estrutura se localiza e nem a interação dessa molécula na dinâmica celular e orgânica. A impressão é de que os alunos entendem o DNA como um conjunto de letras (A-T, C-G), o qual não tem significado real para o aluno. Esse ponto de vista é sustentado por algumas pesquisas em Ensino de Biologia que indicam uma confusão entre conceitos de célula, molécula, átomo e tecido por alunos da Educação Básica (CABALLER e GIMENEZ, 1992; PEDRANCINI *et al*, 2007).

Nesse contexto, o Ensino de Biologia, mais do que ensinar inúmeros nomes que não têm significados para os alunos, deve pensar em estratégias de conexões entre os conceitos e áreas centrais da Biologia, de modo que essa ciência seja compreendida como um corpo conceitual coerente pelos alunos. Dessa forma, alguns conceitos podem ser organizadores do Ensino de Biologia, uma vez que, estabelecem inúmeras relações e aglutinam grande parte dos conceitos biológicos. Um dos conceitos que se tem entendido como capaz de organizar tanto o conhecimento biológico como seu ensino é o conceito Evolução Biológica (CICILLINI, 1997; MEGLHIORATTI, 2004).

A grande extensão de conhecimentos relativos à Biologia, e o seu crescente aumento nos últimos anos devido a avanços tecnológicos, pode ser, em grande parte, organizada a partir de um contexto evolutivo. Todo esse conhecimento que foi e continua sendo adquirido, não pode representar apenas um “acúmulo” de

informações desconexas, mas uma rede de conhecimentos intrinsecamente relacionados. Os conceitos advindos do pensamento evolutivo oferecem sentidos a essa imensa quantidade de conhecimentos e permitem compreender como organismos aparentemente muito diferentes entre si possuem unidade na organização celular e similaridade química (MEGLHIORATTI, 2004).

O fato dos aspectos evolutivos serem centrais no ensino de Biologia tem sido contemplado pelas Diretrizes Curriculares Estaduais (DCEs) de Biologia do Estado do Paraná (2006), na qual a organização curricular está dividida em quatro conteúdos estruturantes: Organização dos Seres Vivos, Mecanismos Biológicos, Biodiversidade e Manipulação Genética. Esses conteúdos estruturantes, por sua vez, estão embasados em quatro formas de pensar a Biologia: Descritiva, Mecanicista, Evolutiva e de Manipulação Genética. O pensamento biológico Evolutivo está contido no conteúdo estruturante Biodiversidade. Dentro das DCEs, o conteúdo estruturante Biodiversidade envolve saberes que contemplam a variabilidade genética, a diversidade dos seres vivos, as relações ecológicas e os processos evolutivos. Para as DCEs do Paraná (SEED, 2006), conteúdos estruturantes são os conhecimentos de grande amplitude que identificam e organizam os campos de estudo de uma disciplina escolar e são muito importantes para a compreensão de seu objeto de estudo.

O conceito de evolução biológica pode também além de propiciar um eixo organizador da Biologia, permitir, mediante a análise de sua construção histórica, a percepção na natureza do conhecimento científico. De acordo com Meglhioratti (2004), o conhecimento de como o pensamento evolutivo vem sendo elaborado ao longo da história, não só permite uma compreensão aprofundada da natureza da ciência, mas também elucida a coerência dos conceitos elaborados em cada época. Dessa forma, não se analisam conceitos construídos no passado com preconceitos, mas de forma integrada a crenças e valores predominantes em determinada época associados ao paradigma vigente.

Apesar do conceito de evolução biológica ser considerado central para a organização do ensino de Biologia, muitas pesquisas têm indicado que tanto para alunos (Bizzo, 1991; Jensen e Finley, 1996; Dagher e Boujaoude, 2005; Ingran e Nelson, 2006) quanto para professores (Zuzovsky, 1994; Crawford, *et al*, 2005) o conceito de evolução biológica é de difícil compreensão e aceitação. Dessa forma, entendendo que o conceito de evolução biológica é um elemento estruturador da

Biologia e que pesquisas da área têm demonstrado que professores e alunos apresentam dificuldades na compreensão e aceitação desse conceito, objetivamos nesse artigo: 1) Elaborar uma breve revisão histórica que possibilite contextualizar a construção do conceito de evolução biológica; 2) apontar as principais dificuldades apresentadas pelas pesquisas da área na compreensão e aceitação do conceito de evolução biológica; 3) apontar possibilidades de trabalhar o conceito de evolução biológica em uma perspectiva integradora e contextualizadora.

Essa discussão é essencial para a formação de professores e esse artigo se configura como uma forma de contribuir para que os professores reconheçam com mais facilidade os desafios no Ensino de Evolução e as possibilidades de organização conceitual que esse conceito traz para o ensino. Essa discussão é fruto de um trabalho sobre a temática desenvolvido durante a formação da primeira autora no Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE) do Paraná. Constitui uma reflexão sintetizadora daquelas que foram elaboradas em uma intervenção pedagógica sobre a temática realizada com oito professores da rede Estadual de Ensino do Paraná, no município de Dois Vizinhos. Na intervenção pedagógica realizada foram discutidos textos, vídeos e orientações sobre a importância de a Teoria Sintética da Evolução se constituir em um eixo unificador do ensino da Biologia. Foi possível perceber um grande interesse do grupo sobre o tema proposto, bem como as principais dificuldades encontradas para trabalhar os conhecimentos científicos sob um enfoque evolucionista e relacionado à história da ciência. Dessa forma, esse texto ocorre como uma síntese das reflexões da primeira autora sobre o ensino de evolução biológica e uma tentativa de proporcionar subsídios para professores de Biologia da Educação Básica.

1. A mudança na compreensão da organização dos seres vivos: de um pensamento fixista a um pensamento evolucionista.

Até o surgimento da teoria da evolução, o pensamento predominante era o fixismo, no qual as espécies eram tidas como fixas e criadas da forma como eram encontradas. “A teologia cristã adotou uma interpretação quase literal da Bíblia, incluindo a criação especial (a criação direta de todas as coisas efetivamente em sua forma atual), e também incorporou o essencialismo platônico no conceito da plenitude” (LOVEJOY, 1936 apud FUTUYMA, 1992, p. 3). O entendimento era que

os seres vivos foram criados de acordo com uma escala natural de organização, a *Scala Naturae* ou Grande Escala dos Seres. Esta “escada da vida”, percebida na gradação entre a matéria inanimada, passando pelas plantas, animais “inferiores” e humanos, até os anjos e outros seres espirituais, deveria ser perfeita e não apresentar lacunas; ela deveria ser permanente e imutável, sendo que todos os seres teriam seu lugar fixado de acordo com o plano de Deus. Esta mesma hierarquia se estendia às classes sociais das sociedades humanas, na qual aspirar à mudança de ordem social seria imoral. Nessa perspectiva, a evolução biológica era impensável.

Com o desenvolvimento da ciência empírica alguns conceitos foram desafiados. Alguns cientistas, tais como, Newton e Descartes desenvolveram teorias estritamente mecanicistas dos fenômenos físicos. Ao final do século XVIII, o conceito de mundo mutável foi aplicado à astronomia por Kant e Laplace, que desenvolveram noções sobre desde evolução estelar à geologia. Nesse contexto, foi aberto espaço para o Iluminismo, introduzindo ideais de progresso e de aperfeiçoamento humano.

Segundo Futuyma (1992), por volta de 1788, James Hutton desenvolveu o princípio do uniformitarismo, no qual as mudanças da crosta terrestre estavam amparadas em modificações lentas e graduais ocasionadas por uma série contínua e geralmente uniforme de fenômenos naturais, tais como chuva e vento. Isso levava a inferência que os fenômenos do passado poderiam ser explicados pelos fatores atuais mais o tempo, considerando que a Terra teria ao menos centenas de milhares de anos de existência (BRODY e BRODY, 1999).

Ainda no século XVIII foi aventada a possibilidade de ancestralidade comum por George Louis Leclerc, conde de Buffon (1707 – 1788). Buffon foi protetor de Lamarck e sugeriu a ancestralidade comum em alguns organismos, apontando similaridades entre os seres vivos, entretanto não forneceu um mecanismo coerente para explicar essa ancestralidade (MARTINS, 1993). Além disso, Buffon sugeria que a idade do planeta ultrapassava em muito os 6.000 anos proclamados pela igreja. Essa idéia era inovadora, uma vez que, no século XVIII a crença geral era que as espécies eram fixas e criadas por Deus em uma hierarquia com o ápice na espécie humana, no entanto, Buffon não estabeleceu nem as causas, nem os meios pelos quais as espécies se transformariam ao longo do tempo (MEGLHIORATTI, 2004).

Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744-1829), foi um dos primeiros pensadores a elaborar de forma sistemática uma teoria da transformação dos seres vivos, apresentando pela primeira vez uma exposição ampliada de sua teoria em *Philosophie Zoologique* (1809) (FUTUYMA, 1992). Lamarck compreendia que alguns seres vivos surgiam continuamente a partir da matéria inanimada por geração espontânea e progrediam inevitavelmente em direção a uma maior complexidade e perfeição, através de uma tendência inerente em direção à complexidade. O uso e o desuso alterariam a morfologia, que seria transmitida às gerações subseqüentes.

Lilian Pereira Martins em seu artigo *Lamarck e as quatro de variação das espécies*, argumenta sobre a cientificidade de suas leis:

1ª. Lei: A vida, pelas suas próprias forças, tende continuamente a aumentar o volume de todo o corpo que a possui, e a estender as dimensões de suas partes, até um limite que lhe é próprio (*Histoire naturelle*, vol.1, p.151). Lamarck acreditava em um crescente aumento progressivo da complexidade, do aperfeiçoamento. E acrescentou a essa lei um aumento de complexidade gradual na composição da organização animal. Críticas: a constatação de que o aumento de complexidade ocorria nos indivíduos tornava plausível que o mesmo ocorresse nas espécies, observando-se que em cada indivíduo, o aumento de complexidade e o crescimento possuem um limite. E nas espécies por que a evolução não parou?

2ª. Lei: Surgimento de órgãos em função de necessidades que se fazem sentir e que se mantêm. A produção de um novo órgão em um corpo animal, resulta de uma necessidade que surgiu e que continua a se fazer sentir e de um novo movimento que essa necessidade faz nascer e mantêm (*Histoire naturelle*, vol.1, pp152 e 155).

3ª. Lei: O desenvolvimento de órgãos e sua força de ação estão em relação direta com o emprego desses órgãos (*Histoire naturelle*, vol.1, pp152, 158). Essa seria a lei do uso e desuso.

4ª. Lei: *Herança do adquirido*- Lamarck parecia tão certo da herança dos caracteres adquiridos que passou rapidamente por essa lei nas versões estudadas. Não fundamentou com exemplos e não ofereceu uma explicação para a transmissão do que foi adquirido, talvez se explicasse essa transmissão sua teoria teria se fortalecido.

Para uma boa avaliação do trabalho de Lamarck é preciso compará-lo em seu contexto histórico, pois apesar de sua teoria sobre a progressão dos

animais não estivesse perfeita (teórica nem metodologicamente), representou um enorme avanço para a época em que vivia, no século XIX. Lamarck apresentou a primeira teoria naturalista para o surgimento e progressão dos animais em que a evolução acontecia através de causas naturais regulares e regidas por leis, sem a intervenção do acaso e sem ligação alguma com fatores extraordinários. Dessa forma, Lamarck contribuiu de forma admirável com a ciência no seu tempo.

Infelizmente, Lamarck é lembrado como alguém que estava errado. A herança das características adquiridas era uma crença geral, que o próprio Darwin incorporou em *A Origem das Espécies*. Lamarck merece respeito por ser um dos primeiros cientistas que defenderam a transformação dos grupos de seres vivos ao longo do tempo, procurando apresentar um mecanismo para explicá-la. Suas idéias foram rejeitadas quase universalmente, não porque ele acreditava na herança dos caracteres adquiridos, mas porque os principais naturalistas de então não reconheciam a evolução.

Charles Robert Darwin (1809 – 1882) iniciou sua carreira de naturalista a bordo do H.M.S. *Beagle* (27 de dezembro de 1831- 2 de outubro de 1836). Em março de 1837, o ornitólogo John Gould indica para Darwin que seus espécimes de tordos-dos-remédios (e não tentilhões) coletados nas Ilhas Galápagos eram tão distintos de uma ilha para outra que representavam espécies diferentes fornecendo subsídios para Darwin duvidar da imutabilidade das espécies e iniciar o agrupamento de evidências sobre a “transmutação” e a procurar um mecanismo que pudesse explicá-la. Dessa forma, a teoria da seleção natural começou a ser concebida. Através da leitura do ensaio de Malthus sobre *população*, em 1838, Darwin percebe que o fato dos seres vivos gerarem mais descendentes do que aqueles que sobrevivem indicava um processo em que ocorria uma luta pela sobrevivência e obtenção de recursos. Dessa forma, as características dos organismos que possibilitassem a sobrevivência e reprodução tenderiam a ser preservadas na população e as desfavoráveis, por sua vez, destruídas (FUTUYAMA, 1992).

A luta pela sobrevivência resulta inevitavelmente da rapidez com que os seres organizados tendem a multiplicarem-se. Todo indivíduo que, durante o estado natural de sua vida, produz muitos ovos ou muitas sementes, deve ser destruído em qualquer período da sua existência, ou durante uma estação qualquer, porque de outro modo, dando-se o princípio do aumento geométrico, o número de seus descendentes tornar-se-ia tão notável que nenhuma região os poderia alimentar. Também como nascem mais

indivíduos que os que conseguem sobreviver, deve existir em cada caso, luta pela sobrevivência, quer com outro indivíduo da mesma espécie, quer com indivíduos de espécies diferentes, quer com as condições naturais de vida. É a doutrina de Malthus aplicada com a mais considerável intensidade a todo o reino animal e vegetal, porque não há nem produção artificial de alimentação, nem restrição ao casamento pela prudência (DARWIN, 2000, p. 70).

Vinte anos se passaram até a primeira publicação de Darwin. Nesse tempo, ele acumulou evidências sobre o processo de transformação das populações ao longo do tempo. Trabalhou por oito anos em uma monografia taxonômica de quatro volumes sobre cirripédios. Em 1844, escreveu, mas não publicou um ensaio sobre seleção natural e, em 1856, começou a trabalhar naquele que seria seu “grande livro”, *Natural Selection*. Esse livro nunca foi publicado porque Alfred Russel Wallace concebeu, independentemente, o conceito de seleção natural nessa mesma época. Darwin por intervenção de seus amigos Charles Lyell e Joseph Hooker, fez com que partes de seu ensaio de 1844 fossem apresentados juntamente com o manuscrito de Wallace em uma reunião da Linnaean Society de Londres em 1º de julho de 1858. Nem a apresentação ou a publicação dos ensaios obteve muita resposta. Seguindo o conselho de seus amigos, no dia 24 de novembro de 1859, Darwin publicou um “resumo” de seu grande livro, sob o título de *A origem das Espécies por meio da Seleção Natural, ou a Preservação das Raças Favorecidas na Luta pela Vida*. Esse livro colocou em movimento uma controvérsia sobre a origem dos seres vivos que ainda não desapareceu inteiramente (FUTUYAMA, 1992).

Após o conceito de seleção natural ter sido proposto, muitas discussões se realizaram para compreender quais mecanismos proporcionavam a variedade de indivíduos pelos quais a seleção natural atuaria e se existiriam outros mecanismos além da seleção natural que promoveriam o processo evolutivo. Uma síntese da teoria da evolução que buscava responder a essas discussões aconteceu somente na primeira metade do século XX. Segundo Meyer e El-Nani (2005), a síntese evolutiva foi construída com base em uma fusão do darwinismo com o mendelismo. Três pesquisadores foram de suma importância para a elaboração da Teoria Sintética da Evolução: Ronald Aylmer Fisher (1890-1962), que construiu modelos matemáticos descrevendo a frequência dos genes sob o efeito da seleção natural e usou a genética mendeliana para explicar as diferenças entre os indivíduos que eram transmitidas às gerações seguintes; John B. S. Haldane (1892-1964), que apresentou provas sobre a rápida atuação da seleção natural sobre as populações;

e Sewall Wright (1889-1988) que considerou as funções das interações gênicas como fonte adicional de variabilidade em pequenas populações com elevadas taxas de cruzamento entre parentes e realizou importantes contribuições ao estudo da subdivisão das populações e da herança das características quantitativas. Theodosius Dobzhansky (1900-1975) apresentou aos demais cientistas as pesquisas realizadas pelos autores citados anteriormente, resultando em uma explosão de atividades que levou à formulação da teoria sintética da evolução ou neodarwinismo, na qual a seleção natural passou a ocupar um papel dominante na explicação do processo evolutivo.

Como toda mudança de paradigma, a teoria da evolução trouxe muitas controvérsias e foi assimilada lentamente. Apesar desta teoria, em termos gerais, hoje ser um paradigma bem estabelecido dentro do mundo acadêmico e estar referendada em muitas evidências, ainda apresenta uma grande resistência para ser implementada sistematicamente no ensino da Biologia. No entanto, a evolução é um dos conceitos que servem de norteador ao pensamento biológico, oferecendo sentido a essa ciência. Como disse o geneticista Theodosius Dobzhansky (1900-1975) em 1973, a evolução é o sentido da Biologia (MEYER e EL-HANI, 2005, p. 126).

2. Principais dificuldades para a compreensão e aceitação do conceito de evolução biológica.

O conceito de evolução biológica tem se mostrado de difícil compreensão e aceitação entre alunos e professores de Biologia (Bizzo, 1991; Jensen e Finley, 1996; Cicillini 1997, Meglhoratti, 2004; Dagher e Boujaoude, 2005; Ingran e Nelson, 2006, Zuzovsky, 1994; Crawford, *et al*, 2005). Dessa forma, apesar do conceito de evolução ser considerado um elemento estruturador do Ensino de Biologia, em geral, não é desta forma que o conceito de evolução tem sido apresentado no contexto escolar. As dificuldades conceituais dos professores corroboram para que o conceito de evolução biológica seja trabalhado apenas de forma pontual, como um capítulo à parte, muitas vezes no final do período escolar, não constituindo um eixo integrador de outros conceitos. Portanto, para contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de Biologia apontam-se a seguir

algumas dificuldades encontradas na literatura referente ao Ensino de Evolução Biológica de modo a subsidiar o trabalho do professor no contexto escolar.

Uma das dificuldades encontradas no ensino de evolução refere-se aos aspectos da crença pessoal, sendo que em alguns países, a resistência ao ensino de Biologia já levou inclusive a retirada desse conceito do currículo. O texto abaixo publicado em uma revista de divulgação científica denota a resistência à teoria da evolução:

Em países como a Turquia, grupos islâmicos ameaçam de morte alguns biólogos evolucionistas, e propõe para banir das escolas o conceito de seleção natural. Fundamentalismo? Algo parecido acontece nos Estados Unidos. Em 1999, o Conselho de Educação do Kansas retirou as idéias de Darwin do currículo escolar obrigatório e permitiu que os professores dessem outras explicações para a origem da vida. A decisão, revogada em fevereiro deste ano, foi uma vitória temporária dos adeptos do criacionismo, que acreditam na interferência direta de Deus na origem e na evolução da vida na Terra (Kenski, 2001 apud MEGLHIORATTI, 2004, p. 20).

Segundo Meghioratti (2004, p. 20), o texto demonstra que a implementação do ensino de Biologia com ênfase sistemática na teoria evolutiva pode estar permeada por fatores culturais, históricos e religiosos. O próprio modo de pensar e agir do professor são influenciados por esses fatores, uma vez que, o ser humano tem sua ação e pensamentos construídos a partir das relações e concepções sociais e culturais. Portanto, a análise dos fatores históricos, sociais, culturais e filosóficos que permeiam o modo de pensar e agir do professor, não deve ser desconsiderado na investigação de sua compreensão dos conceitos científicos. Nesse sentido, RAZERA (2000) afirma que diferentes discussões que envolvem a ética e a moral estão inseridas nas mais diferentes áreas do conhecimento humano, por exemplo, nas áreas do conhecimento biológico, debates envolvendo ética foram amplamente divulgados com o nascimento da ovelha Dolly em 1996.

Razera (2000) pesquisando as relações entre ética e ciência, observou que os professores de Biologia quando entrevistados sobre situações de controvérsia entre evolucionismo e criacionismo, revelavam um posicionamento inicial que tendiam ao evolucionismo, no entanto, verificou que também havia professores de Biologia nitidamente ligados às idéias do criacionismo. Estas tendências para uma ou outra teoria não se mostraram construídas somente com conhecimentos adquiridos através da ciência, da educação formal, mas também pelas crenças religiosas.

Considerando as relações imbricadas entre conhecimento científico e aspectos culturais, o professor deve ter uma fundamentação científica adequada e respeitar as diferentes formas de pensamento presentes no contexto escolar. A escola é um lugar no qual os conceitos científicos devem ser construídos, mas o professor deve possibilitar a liberdade para que os alunos reflitam e construam seus próprios argumentos sobre os fenômenos biológicos, culturais e sociais. Para Razera (2000), a escola é um lugar privilegiado para pensar, discutir os princípios éticos de liberdade e responsabilidade, norteadores do bem estar social. Além disso, é importante destacar que a ciência é uma das formas de produzir conhecimento, não existindo verdades absolutas, pois a “verdade” apresenta diversas dimensões e é dependente dos contextos sócio-culturais na qual está inserida.

Outro aspecto da dificuldade encontrada no ensino de evolução biológico é a presença de distorções conceituais. Futuyama (1992) afirma que os princípios da evolução têm sido freqüentemente mal interpretados, por exemplo, a evolução é muitas vezes entendida como “progresso”, ou seja, de forma **equivocada** compreende-se que a evolução leva ao melhoramento das espécies ou que a evolução acontece para a melhor adaptação de um organismo ao ambiente. Nesse sentido, Chaves (1993) cita que os antagonismos mais freqüentes referentes às concepções dos professores sobre o processo evolutivo, se referem às idéias sobre evolução relacionada a progresso e como um processo gradual e finalista que gira em torno do homem (visão antropocentrista). No entanto, cabe ressaltar que a evolução é apenas um processo de sobrevivência diferencial de indivíduos dentro de uma população. Assim, a evolução **não tem uma finalidade e nem leva a um progresso**, pois se as condições ambientais se modificam, os organismos que sobrevivem e conseguem deixar descendentes transmitindo características genéticas para as próximas gerações também se modificam.

Outro aspecto que tem contribuído para que a evolução biológica não seja trabalhada como um eixo norteador do ensino de Biologia é a própria abordagem da temática nos livros didáticos de biologia. Cicillini (1997), através de sua pesquisa, verificou que os conteúdos biológicos nesses livros são apresentados através de definições rígidas, ausência de contexto histórico-social, fragmentação da Biologia em subáreas de conhecimento e sem a presença da evolução como um eixo norteador. Segundo Cicillini (1997, p. 19) existem alguns aspectos da ciência que devem estar presentes no conhecimento biológico escolar, tais como, questões

relativas à estrutura da explicação na Biologia. Dessa forma, é importante para o professor pensar o que fundamenta o conhecimento biológico e quais são os aspectos lógicos e os laços de causalidade que sustentam as investigações biológicas.

Cicilini (1991) realizou um estudo sobre quatro manuais didáticos mais usados no estado de São Paulo e constatou que além de desatualizados e descontextualizados de modo geral, todos os livros apresentavam os conteúdos na mesma seqüência: célula, tecidos, seres vivos, genética, evolução e ecologia. Essa mesma organização, muitas vezes, ainda é utilizada até hoje nos livros didáticos. Cicillini também verificou que nenhum dos capítulos específicos sobre evolução tratava das discussões mais atuais sobre esse conceito e do contexto histórico de construção do conceito de evolução biológica. Dessa forma, nos livros didáticos, muitas vezes, os conteúdos são apresentados sem uma fundamentação histórica, filosófica e metodológica da ciência Biologia e como decorrência o ensino passa a ser apresentado de forma fragmentado e com conotação memorística, perdendo a visão da ciência como construção humana. Considerando a produção do conhecimento como um processo histórico, no qual, várias explicações sobre a origem e diversidade dos seres vivos foram formuladas, é importante que a história da construção desse conceito seja abordada evidenciando os conflitos e contradições na produção desse conhecimento. Somente desta maneira, se possibilita uma visão de ciência em constante transformação.

Passados alguns anos das pesquisas realizadas por Cicilini (1991, 1997) e apesar do livro didático estar passando por uma série de modificações, ainda hoje é possível observar que poucos livros didáticos tentam estabelecer um enfoque evolutivo como organizador dos outros conteúdos biológicos, ficando o conceito de evolução biológica restrito, normalmente, a capítulos específicos.

Lucena (2008) também indica que uma das dificuldades no Ensino de evolução biológica é a própria abordagem desse conceito na mídia, destacando que muitas explicações errôneas são veiculadas pela mídia (jornais, revistas), apresentando os conceitos sobre o tema de maneira contraditória e inverídica e provocando dificuldades na aprendizagem da teoria, já que o aluno se apropria de distorções conceituais por esses meios de divulgação da ciência. Esse autor também cita como dificuldade para a aprendizagem desse conceito a falta de

material didático apropriado para o ensino da evolução, dado apontado pelos professores da rede pública de Brasília.

Santos (1999) afirma que uma das grandes dificuldades do ensino da evolução é o fato de a teoria sintética da evolução ser ensinada somente na última série do Ensino Médio, não possibilitando a transformação dos modelos explicativos dos alunos.

Se os argumentos e as idéias da Teoria Sintética da Evolução forem tratados no último ano da escolaridade, como ocorre no currículo tradicional do ensino médio, não existe possibilidade de transformação dos modelos explicativos dos alunos. A Teoria Sintética da evolução deve ser considerada o eixo organizador do currículo da Biologia, ou seja, todos os assuntos devem, de alguma maneira, retratar essa explicação (SANTOS, 1999, p 110).

Portanto, a importância de a teoria da evolução ordenar o conhecimento biológico de todas as séries do ensino médio.

3. Possibilidades da utilização do conceito de Evolução Biológica como elemento integrador do Ensino de Biologia

Lucena (2008) se refere à alfabetização em ciências como parte do processo de democratização social e que a escola deve ser capaz de letrar seus alunos em ciências, de tal forma que os alunos saibam utilizar os conceitos científicos em conversas informais, textos e depoimentos. Nesse contexto, o autor destaca a importância de cursos de formação de professores, tanto em licenciaturas como em formação continuada, no sentido de propiciar ao professor subsídios teóricos para que ele decida a metodologia mais adequada no preparo de suas aulas, e faça melhores escolhas relativas ao tipo de estratégias e recursos didáticos a serem por ele utilizados. Além disso, à medida que o professor conhece os paradigmas básicos da ciência Biologia, maiores possibilidades ele terá para fazer com que os alunos aprendam o conhecimento de forma sistematizada, crítica, reflexiva e contextualizada.

De acordo com Meyer e El-Hani no livro “Evolução: o sentido da Biologia” (2005, p. 125-126), o fenômeno da “vida” apareceu como um problema para a ciência somente no fim do século XVIII. Anteriormente os seres vivos eram estudados separadamente por diferentes ramos do conhecimento (anatomia, fisiologia, zoologia) e não se estudava “vida” como um fenômeno único. A palavra

“Biologia” só aparece no século XIX, bem como a idéia moderna de uma ciência unificada dos sistemas vivos. É a partir dessa visão de ciência que o pensamento evolucionista ganha força e sentido. Esses autores levantam duas questões importantes: Se plantas e animais, por exemplo, não tivessem relações de parentesco uns com os outros, por que Botânica e Zoologia deveriam ser unificadas, subordinadas a um único conjunto de princípios? Por que elas deveriam ser pensadas, como hoje, como sub-disciplinas de uma ciência mais ampla, a Biologia? Esses autores dizem que a evolução – modificação das espécies ao longo do tempo – lança luz sobre nossa compreensão dos seres vivos de dois modos. Primeiro, ela implica que há relações de parentesco entre os seres vivos, sendo que para cada organismo há ancestrais que o precedem; segundo, a evolução nos permite investigar como ocorreram as mudanças nos seres vivos.

Uma das possibilidades no Ensino de Biologia é utilizar as relações filogenéticas entre os seres vivos para propiciar a compreensão dos diferentes grupos de seres vivos estudados, por exemplo, em Botânica e Zoologia. Essa idéia é indicada por Santos e Calor (2007) que defendem o uso de cladogramas³ como base para a compreensão da Biologia, pois além de solucionar más interpretações sobre a teoria evolutiva, ajuda os professores e estudantes a compreender a evolução como um processo intensamente atuante na história da vida, permitindo ao professor trabalhar conceitos como homologia e analogia, modificação através do tempo e ancestralidade comum, com uma elegante simplicidade, introduzindo para o aluno uma nova forma de enxergar a natureza. Os autores destacam a importância dos cladogramas, indicando, por exemplo, que a única figura que aparece no livro “*Origem das espécies*” de Charles Darwin é a de uma árvore filogenética mostrando as relações de parentesco entre espécies e seu aumento numérico ao longo do tempo. Constata-se aí a importância desse tipo de representação para a compreensão do conceito de evolução. Amorim *et al.* (1999) sugerem a possibilidade de trabalhar com cladogramas por meio de desenhos que mostrem o aparecimento de novas características e grupos na história evolutiva dos seres vivos.

³ Segundo Márcio Andreis Guimarães um cladograma é uma árvore evolutiva e, portanto, representa uma história e não deve ser confundido com outros tipos de diagramas como fenogramas, por exemplo. Os cladogramas mostram a origem da biodiversidade e a história evolutiva dos seres vivos sem, contudo, estabelecer relações de superioridade e inferioridade e muito menos uma direção rumo ao progresso. Por esses motivos torna-se uma boa representação para a compreensão da evolução dos seres.

Outro ponto que pode ser destacado é que apesar dos grupos de seres vivos possuírem características muito diversas, os organismos apresentam características moleculares, bioquímicas e celulares muito semelhantes, o que evidencia uma origem comum. O conceito de evolução biológica, dessa forma, torna-se integrador das diferentes áreas da biologia.

Além de ser integrador, o conceito de evolução pode ser contextualizado a partir de sua construção histórica, levando a entender quais foram os obstáculos para sua proposição e em que condições certas idéias foram propostas. Isso auxiliaria os alunos à compreensão conceitual da evolução, além de propiciar uma imagem dinâmica da ciência.

A Teoria da Evolução enquanto um dos princípios ordenadores do conhecimento biológico propõe uma abordagem histórica dos seres vivos justificando sua diversidade, suas semelhanças e diferenças, seus padrões de distribuição, comportamento, adaptação e interação entre os diferentes grupos. Também justifica o dinamismo de relações no qual o conhecimento biológico sobre os seres vivos foi e é produzido. A teoria da evolução biológica articula informações biológicas soltas, dando coerência às relações existentes entre os organismos e integrando conhecimentos produzidos por diferentes áreas da Biologia como Sistemática, Morfologia, entre outras, de forma que os sistemas vivos não fiquem reduzidos a níveis puramente físico-químicos e matemáticos. Dessa forma os conteúdos curriculares do ensino de Biologia, tais como Genética, Botânica e Zoologia, também pressupõem conceitos evolucionistas para a sua real compreensão (CICILLINI, 1997).

4. Conclusão

O professor como um intelectual transformador deve se preocupar em adquirir além dos conteúdos específicos de sua disciplina, uma formação geral consistente. Porém, a falta de apoio, de orientação, de encaminhamento metodológico muitas vezes prejudicam seu trabalho. Considerando esta problemática, o presente trabalho propôs alguns caminhos para trazer à tona a criticidade do professor, juntamente com sua reflexão sobre as consequências éticas, ideológicas e sociais do conhecimento biológico com ênfase aos aspectos evolutivos.

Existem muitas dificuldades na interpretação do conceito evolução e os planejamentos e aulas dos professores, normalmente não o contemplam de forma desejada. Quando o professor trabalha a evolução biológica há de se levar em conta suas “subjetividades”, na medida em que, essas são dimensões de sua ação no mundo. Essas mesmas considerações aplicam-se também aos alunos, pois estes demonstram uma grande resistência à aprendizagem de conceitos científicos ligados à teoria da evolução. Dificultam a aprendizagem vários fatores, dentre eles: a presença de distorções conceituais, livros didáticos com definições rígidas e ausência de contexto histórico-social, fragmentação da Biologia em subáreas do conhecimento, abordagens errôneas deste conceito vinculado a mídia e o fato desse conceito ser ensinado apenas na última série do Ensino Médio.

Os autores pesquisados em sua grande maioria apontam para a necessidade do professor de Ciência conhecer a matéria a ser ensinada, e incluem dentro desse saber a história da ciência. À medida que o professor conhece os paradigmas básicos da ciência Biologia, maiores possibilidades ele terá para fazer com que os alunos aprendam o conhecimento científico de forma sistematizada, crítica, reflexiva e contextualizada.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, Dalton de Souza; SISTO, Adriana Aparecida de; LOPES, Denise Ribeiro Nardelli; BRAGA, Joselito Avelino; ALMEIDA, Vera Lúcia F. Oliveira. Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino. In: BARBIERI (Coord.). Aulas de ciências: projeto LEC-PEC de Ensino de Ciências. Holos Editora: Ribeirão Preto, 1999.
- BIZZO, Nélio Marco Vincenzo. **Ensino de Evolução e História do Darwinismo**. Tese de doutorado pela USP. São Paulo: 1991.
- BRODY, D. E; BRODY, A. R. **As sete maiores descobertas científicas da história**. Trad. Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 1999. 436p.
- CABALLER, M.; GIMÉNEZ, I. Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v. 10, n.2, p. 170-180, 1992.
- CHAVES, Sílvia Nogueira. **Evolução de Idéias e Idéias de Evolução: A Evolução dos seres vivos na ótica de aluno e professor de Biologia do ensino secundário**. Dissertação de Mestrado. Unicamp, 1993.
- CICILLINI, Graça Aparecida. **A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do Ensino Médio: a Teoria da Evolução como Exemplo**. Tese de doutorado pela UNICAMP. Campinas/SP: 1997.
- CRAWFORD, Barbara; ZEMBAL-SAUL, Carla; MUNFORD, Danusa; FRIEDRICHSEN, Patricia. Confronting prospective teachers` ideas of evolution and scientific inquiry using technology and inquiry-based tasks. **Journal of research in science teaching** 42 (6): 613-637, 2005.
- DAGHER, Zoubeida; BOUJAOUDE, Saouma. Students` perceptions of the nature of evolutionary theory. **Science education** 89 (3): 378-391, 2005.
- DARWIN, C. **Origem das espécies e a seleção natural**. Trad. Eduardo Nunes Fonseca. Curitiba: Hemus, 2000. 471p.
- FUTUYMA, Douglas J. **Biologia evolutiva**. Tradução de Mario de Vivo. 2 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1992.
- GOEDERT, Lidiane. **A Formação do Professor de Biologia na UFSC e o Ensino da Evolução Biológica**. Dissertação de Mestrado. UFSC, 2004.
- GOLDBACH, Tânia; EL-HANI, Charbel Niño. Entre receitas, programas e códigos: metáforas e idéias sobre genes na divulgação científica e no contexto escolar. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.1, n.1, p. 153-189, mar. 2008.

GUIMARÃES, Márcio Andrei. **Cladogramas e evolução no ensino de biologia**. 2005. 233f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

INGRAN, Ella; NELSON, Craig. Relationship between achievement and students' acceptance of evolution or creation in an upper-level evolution course. **Journal of research in science teaching** **43** (1): 7-24, 2006.

JENSEN, Murray; FINLEY, Fred. Changes in students' understanding of evolution resulting from different curricular and instructional strategies. **Journal of research in science teaching** **33** (8): 879-900, 1996.

LUCENA, Daniel Pauli. **Evolução Biológica Pelo Modo Não-Traducional**: como professores de ensino médio lidam com esta situação? Dissertação de Mestrado. USP. Bauru, 2008.

MARTINS, L. A. P. **A teoria da progressão dos animais de Lamarck**. 403f. Dissertação (Mestrado em Genética). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

_____. Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. Episéme. Filosofia e História da Ciências em Revista 2(3): 33-54, 1997.

MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida. **História da construção do conceito de evolução biológica**: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de Biologia. Dissertação de mestrado pela UNESP. Bauru: 2004.

MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana; CORAZZA-NUNES, Maria Júlia; GALUCH, Terezinha Bellanda; MOREIRA, Ana Lúcia Olivo Rosas; RIBEIRO, Alessandra Claudia. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.

RAZERA, Júlio César Castilho. **Ética em Assuntos Controvertidos no Ensino de Ciências**: atitudes que configuram as controvérsias entre evolucionismo e criacionismo. Dissertação de Mestrado. USP. Bauru, 2000.

SANTOS, Charles Morphy Dias; CALOR, Adolfo Ricardo. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética – I. **Ciência & Ensino**, vol. 1, n. 2, junho de 2007.

SANTOS, Silvana Cristina do. **O ensino e a aprendizagem de evolução biológica no cotidiano da sala de aula**. 151f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Biociências. da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

SEED – Secretária de Estado da Educação. **DCE/Biologia**. Curitiba: 2006.

SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Márcia Serra. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, Martha; FERREIRA, Márcia Serra; AMORIM, AntônioCarlos (org.). **Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa**. Niterói: Eduff, 2005.

ZUZOVSKY, Ruth. Conceptualization a teaching experience on the development of the idea of evolution: an epistemological approach to the education of science teachers. **Journal of research in science teaching** **31** (5): p.557-574, 1994.