

## **O ensino das teorias evolutivas de Charles Darwin no ensino médio: Análise de uma sequência didática inspirada na epistemologia de Humberto Maturana**

### **The teaching of evolutionary theories of Charles Darwin in high school: Analysis of a didactic sequence inspired by the Humberto Maturana's epistemology**

#### **Resumo**

Este artigo apresenta a análise de uma sequência didática para o ensino das teorias evolutivas de Charles Darwin, tendo como referencial teórico a epistemologia de Humberto Maturana. A sequência foi aplicada em duas turmas de 3º ano do ensino médio de uma escola pública estadual, em Dourados, Mato Grosso do Sul. O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial teórico da epistemologia de Maturana para planejar e interpretar os resultados obtidos com os estudantes em termos de aprendizagem. A análise revelou que categorias como ontogenia, emoção e caminhos da racionalidade, todas do constructo de Maturana, são interessantes para organizar e interpretar os resultados da prática educativa. Entretanto, a organização do trabalho didático vigente na escola se constituiu em um limite para aplicação da sequência de ensino e, portanto, para reflexão sobre as possibilidades de uso do referencial teórico em questão.

**Palavras chave:** ensino de evolução, epistemologia, Maturana, trabalho didático.

#### **Abstract**

This paper presents the analysis of a didactic sequence for the teaching of evolutionary theories of Charles Darwin, having like theoretical reference the Humberto Maturana's epistemology. The sequence was applied in two groups of 3rd year of high school of a public school, in Dourados, Mato Grosso do Sul. The objective was to evaluate the theoretical potential of Maturana's epistemology to plan and interpret the results of students about learning. The analysis revealed that categories with ontogeny, emotion and ways of rationality, all the construct of Maturana, are interesting to organize and interpret the results of educational practice. However, the organization of current educational work prevailing in school, constitutes a threshold for applying the teaching sequence and thus to reflect on the possibilities of using theoretical framework in question.

**Key words:** teaching of evolution, epistemology, Maturana, didactic work.

## Introdução

Este artigo apresenta as reflexões advindas da elaboração, aplicação e análise de uma sequência didática em que foram trabalhados alguns dos conceitos basilares do pensamento evolutivo, tendo como um dos focos o constructo teórico de Charles Darwin, materializado no clássico *A origem das espécies* (1859).

Uma rápida revisão em periódicos da área de ensino revela a importância do tema no âmbito do ensino de biologia. A literatura da área tem destacado as dificuldades dos estudantes em compreender conceitos básicos de biologia evolutiva e, também, que tais conteúdos não têm sido desenvolvidos de forma satisfatória nas escolas de educação básica. Esta situação explica a baixa credibilidade da teoria da evolução entre universitários, conforme matéria publicada na *Revista Ciência Hoje* (SOUZA; CARVALHO; MATSUO; ZAIA, 2009).

Além disso, é oportuno frisar o fato de professores também apresentarem dificuldades com conceitos de biologia evolutiva. Algumas pesquisas relacionam as dificuldades dos professores, por exemplo, com as oportunidades de aprendizagens durante a formação inicial, pois o estudo do tema se restringe a uma ou poucas disciplinas, com carga horária reduzida. Dentre os livros utilizados durante a formação inicial destacam-se os seguintes manuais: *Biologia evolutiva* (FUTUYMA, 1992) e *Evolução* (RIDLEY, 2006). Embora os referidos manuais representem uma excelente síntese dos conhecimentos produzidos na área, em geral, os estudantes não conseguem explorá-los integralmente durante o curso.

Do ponto de vista teórico, a proposta foi planejada tendo como inspiração a epistemologia de Humberto Maturana. Em termos de recursos e procedimentos didáticos, buscou-se articular diferentes materiais e modalidades didáticas no sentido de envolver os estudantes no processo. A epistemologia de Maturana também será utilizada para analisar a experiência educativa, sobretudo, a receptividade dos alunos ao tema e a aprendizagem dos conteúdos selecionados.

## O referencial teórico e a metodologia da pesquisa

Para escrever sobre a epistemologia de Maturana é imprescindível fazer referência à obra *De máquina e seres vivos: autopoiese e organização do vivo*. Neste texto, tendo como base a perspectiva sistêmica, Maturana e Varela (2002) questionam as caracterizações sobre o vivo e propõem o conceito de autopoiese. Para os referidos autores, uma lista de atributos não é suficiente para definir o vivo, que só pode ser definido a partir de sua organização, denominada por estes de organização autopoietica.

Quando falamos de seres vivos, já estamos pressupondo algo em comum entre eles – de outro modo, nos não os incluiríamos na mesma classe que designamos com nome “vivos”. O que não foi respondido todavia é: “Qual é a organização que os define como classe?” Nossa proposta é que os seres vivos se caracterizam por, literalmente, produzirem-se continuamente a si mesmos – o que indicamos ao chamarmos a organização que os define de *organização autopoietica* (MATURANA; VARELA, 1995, p. 84-5).

Para explicitar o que significa a organização autopoietica (o que possibilita a autopoiese), os referidos biólogos tomam como referência o nível celular. A dinâmica celular se revela a partir de uma rede de interações que produz os componentes que “integram a rede de

transformações que os produzem”. Alguns desses componentes estabelecem os limites para essa rede de transformações (morfologicamente, podemos denominá-los de membranas), mas ao mesmo tempo integram a rede. Portanto, a fronteira (o que, também, pode ser observado quando se considera um subsistema celular) é condição para a existência da rede de transformações, sendo a rede condição para produção dos componentes que constituem fisicamente a fronteira e toda unidade celular (MATURANA; VARELA, 1995, p. 85).

Dentre as características que podem ser observadas quando se analisa a diversidade de vida existente, destaca-se o fato de toda ela partir de uma etapa unicelular. Isto é algo comum aos sistemas biológicos, sendo a diversidade resultante de variações em nível estrutural. Por esta razão, os metacelulares são considerados *sistemas autopoieticos de segunda ordem* (MATURANA; VARELA, 1995, p. 124). Para entender como o autor explica a origem dos referidos sistemas, duas categorias teóricas são fundamentais: *ontogenia* (história da mudança estrutural de uma unidade) e *acoplamento estrutural* (diz respeito às interações com outros seres vivos e com o meio). Nesse sentido, a estrutura do meio ou a estrutura da unidade autopoietica apenas desencadeia mudanças, não as provoca. Portanto, haverá *acoplamento estrutural* se a unidade autopoietica e o meio não se desintegrarem (MATURANA; VARELA, 1995, p. 113).

Tendo como base a constructo que o levou ao conceito da autopoiese e os estudos sobre o sistema nervoso e sobre a percepção, Maturana propôs que não é o meio que determina a experiência, pois “[...] O sistema nervoso funciona com correlações internas” (2006, p. 24). Para o referido autor, da mesma forma que os seres vivos, o meio – que constituem o entorno em que os seres se realizam e interagem – é dotado de uma dinâmica estrutural distinta daquela que caracteriza os seres vivos. E, nesse sentido, afirmam que “[...] as mudanças que resultam da interação entre o ser vivo e seu meio são desencadeadas pelo agente perturbador, mas *determinadas pela estrutura do sistema perturbado*” (MATURANA; VARELA, 1995, p. 131, grifos do autor). Portanto, o meio e os seres vivos são fontes de “perturbações e não de instruções”.

Nesta perspectiva, o ser vivo é uma máquina autopoietica determinada estruturalmente (Seres unicelulares, sistemas autopoieticos de primeira ordem; Metacelulares, sistemas autopoieticos de segunda ordem).

Conforme destacam Maturana e Varela, “a conduta dos seres vivos não é invenção do sistema”, o que “o sistema nervoso faz é *expandir* o domínio de possíveis condutas, ao dotar o organismo de uma estrutura tremendamente versátil e plástica”. Ainda, segundo os autores, o que denominamos conduta corresponde “a descrição que fazemos dos movimentos do organismo no meio que assinalamos”. Portanto, o juízo sobre uma determinada conduta é definida pelo espectro de expectativas do observador (1995, p. 167).

A partir desses apontamentos podemos apresentar algumas ideias que são centrais na epistemologia de Maturana e que são importantes para o presente trabalho. Para Maturana, não possível explicar o fenômeno do conhecer sem explicar o conhecedor, ou seja, o ser humano.

Nesta perspectiva, Maturana destaca que “[...] esta é nossa condição inicial: somos observadores no observar, no suceder do viver cotidiano na linguagem” (2006, p. 28). Portanto, estamos constantemente interagindo, atuando uns sobre os outros e imersos no mundo da linguagem. O conhecer é algo inerente ao viver, pertence à vida e a experiência do viver no contexto da linguagem, que se evidencia sempre que fazemos uma petição cognitiva, quando interrogamos ou afirmamos algo a outro na relação.

Diante disso, é oportuno recuperar o que é o explicar? De acordo com Maturana “[...] As explicações são reformulações da uma experiência, mas nem toda reformulação da experiência é uma explicação. Uma explicação é uma reformulação da experiência aceita por um observador” (MATURANA, 2006, p.29). Nesse sentido, a ciência se caracteriza por um modo de explicar e de validar as explicações científicas do uso de outras experiências e “das coerências operacionais que elas envolvem” (MATURANA, 2006, p. 163).

O caminho de validação das explicações, científicas ou não, dependem daquilo que Maturana denominou caminho da *objetividade sem parênteses* e o caminho da *objetividade entre parênteses*. No caminho da *objetividade sem parênteses* (também denominada por Maturana de objetividade a seco) “a existência é independente do observador” admito que “posso distinguir entre ilusão e percepção, porque assumo que posso fazer referência a algo independente de mim”. No segundo caminho, o da *objetividade entre parênteses*, “a existência depende do observador”, o escutar é diferente, pois se aceita “reformulações da experiência, com elementos da experiência” (MATURANA, 2006, p. 32-34). No caminho explicativo da *objetividade sem parênteses* “as relações humanas não ocorrem na aceitação mútua”. Na *objetividade entre parênteses* “não há verdade absoluta nem verdade relativa, mas muitas verdades diferentes em muitos domínios distintos” (MATURANA, 1999, p. 48-49).

Para ilustrar o perigo de operar, inclusive nos domínios da ciência, no caminho da *objetividade sem parênteses*, é oportuno recuperar o seguinte trecho:

Considero que o maior perigo espiritual que uma pessoa enfrenta em sua vida é o de acreditar que ele ou ela é a dona de uma verdade, ou a legítima defensora de algum princípio, ou a possuidora de algum conhecimento transcendental, ou a dona, por direito, de alguma entidade, ou a merecedora de alguma distinção, e assim por diante, porque ele ou ela imediatamente torna-se cega para a sua condição, e entra no beco sem saída do fanatismo (MATURANA, 2006, p. 160)

Portanto, o caminho da *objetividade sem parênteses* pode se constituir num obstáculo epistemológico na medida em que limita a reformulação de algumas experiências.

Os dois caminhos explicativos, ou da *objetividade sem parênteses* e da *objetividade entre parênteses*, que definem o escutar estão diretamente relacionado com o emocionar. Pois, “[...] As emoções são disposições corporais dinâmicas que especificam os domínios de ações nos quais os animais, em geral, e nós seres humanos, em particular, operamos num instante” (MATURANA, 2006, p. 129). Portanto, se para entender o conhecer é imprescindível entender aquele que conhece (o observador, no observar), para entender as condutas num domínios de ações é essencial considerar as emoções que as determina.

Nessa perspectiva, objetiva-se analisar o potencial da epistemologia de Maturana para o ensino de conceitos basilares sobre evolução biológica. A experiência foi realizada numa escola pública estadual do município de Dourados, MS, com duas turmas (3º A e 3º B) de alunos do 3º ano do ensino médio, no terceiro bimestre de 2014. Para tanto, em termos metodológicos, foram considerados para análise todos os dados produzidos durante a experiência didática.

## **Descrição da Sequência de Ensino**

### **Objetivos Específicos**

Conhecer as ideias pré-darwinianas sobre evolução biológica, em particular as desenvolvidas por J. B. Lamarck;

Compreender as principais teorias elaboradas por Charles Darwin sobre evolução biológica;

Comparar as teorias evolucionistas de Lamarck e Darwin no sentido de identificar [no constructo de Darwin] continuidades e rupturas [com o pensamento de Lamarck].

Reconhecer que as explicações científicas podem ser diferentes das elaboradas em outros domínios de conhecimento.

### **Conteúdos a serem ensinados**

Ideias pré-darwinianas sobre evolução biológica – As contribuições de J. B. Lamarck

O constructo teórico de Charles Darwin relacionado à evolução biológica: a evolução propriamente dita, a descendência comum, gradualismo, multiplicação de espécies e seleção natural.

### **Sequência de didática (de ensino).**

1º Encontro (3 horas-aula de 50 minutos):

1. Antes de iniciar o estudo, será feita uma sondagem para levantar as concepções prévias dos estudantes. Para tanto, os alunos tiveram que responder a duas situações problemas.

2. No sentido de criar um ambiente favorável para o estudo projetar-se-á uma entrevista com o filósofo Paulo Ghiraldelli Junior (Cristianismo, fé & Deus à luz da Filosofia), especificamente a parte em que ele trata de Ciência e Religião. A exploração do material, que será feita após a projeção, dar-se-á a partir das seguintes questões: Existe conflito entre o discurso científico e o religioso? Caso exista, é possível evitar esse conflito?

3. Ao final do primeiro encontro, os estudantes receberão um roteiro para orientar o estudo do texto básico, capítulos 1 e 2 do livro “Evolução: o sentido da biologia” (MEYER; HANI, 2005, p. 9-42). A discussão coletiva do texto ocorrerá após os estudantes, em grupo, responderem as questões do roteiro.

2º Encontro (3 horas-aula de 50 minutos):

4. Projeção do documentário *A perigosa ideia de Charles Darwin*. Antes de iniciar a projeção, um roteiro será disponibilizado aos estudantes para orientar o uso didático do material.

5. Discussão tendo como base os roteiros disponibilizados para o estudo do texto e exploração do documentário.

3º Encontro (2 horas-aula de 50 minutos)

6. No intento de apresentar a ciência como produção humana historicamente determinada projetar-se-á o filme “Criação”, dirigido por Jon Amiel, que retrata o conflito pessoal vivido pelo naturalista inglês **Charles Darwin (1809-1882), autor do clássico “A origem das espécies”**. Para orientar o uso didático do material um roteiro será disponibilizado aos estudantes.

7. Os estudantes serão avaliados pela participação, realização das atividades propostas e uma prova para verificação de aprendizagem, que será aplicada no fim da unidade didática.

## Resultados e Discussão

A sequência didática foi iniciada com a proposição de duas situações problema, objetivando levantar as concepções prévias dos estudantes sobre evolução biológica. A seguir, apresenta-se uma das situações e a análise obtida a partir das respostas dos estudantes.

**Situação 2.** Patos selvagens voam muito bem. Patos domésticos são incapazes de voar. Comparando-se o peso dos ossos das duas aves nota-se que os ossos das pernas do pato doméstico são mais pesados e os das asas são mais leves do que os do pato selvagem. Leia atentamente as duas explicações abaixo.

I. Devido ao fato de usarem pouco as asas e muito as pernas, os patos domésticos fortaleceram os ossos das patas e estão enfraquecendo os ossos das asas.

II. Os patos domésticos têm ossos mais pesados nas pernas devido a variações acidentais que apareceram no passado. O mesmo pode ser dito dos ossos da asa.

Você concorda com a explicação I, com a explicação II ou com as duas? Justifique a sua resposta.

As respostas dos estudantes demonstraram a força do pensamento teleológico e do pensamento intuitivo, sendo que apenas alguns se aproximaram do modelo darwiniano. Evidencia a força do pensamento teleológico e intuitivo as seguintes respostas dadas por dois estudantes:

“Concordo com a explicação I, a necessidade de usar mais os ossos das pernas o fortaleceram”.

“Com a I, pois quando se exercita um membro ele ganha força”.

Após a colocação das situações problema, os estudantes responderam a duas questões (O que é evolução biológica? Como a ciência explica a diversidade biológica existente no planeta terra?). A análise das respostas às questões e as situações problema revela que embora a maioria dos estudantes faça referências a termos da biologia evolutiva, estes não são utilizados de forma coerente, o que sugere que os conceitos ainda não foram suficientemente desenvolvidos. Em algumas respostas fica evidente a presença do domínio da religião e um número significativo de estudantes utiliza o termo “necessidade” para explicar os fenômenos apresentados.

Quando questionados se já haviam tido contato com o conteúdo de evolução, a maioria dos estudantes disse que tiveram contato apenas no 3º ano. Contudo, o livro didático de biologia utilizado na escola em 2014, a Coleção Biologia Hoje (LINHARES, 2010a), principalmente o volume 2 que trata dos seres vivos, apresenta ao final de alguns capítulos uma seção sobre evolução. O conteúdo também é contemplado nas atividades propostas. Considerando que os estudantes tinham o livro, inclusive o volume 3 que trata dos conteúdos abordados na sequência de ensino, o fato sugere que o material não é suficientemente explorado, sobretudo, a parte textual.

Na sequência, os estudantes assistiram a uma entrevista com Paulo Ghiraldelli Junior. Na entrevista o filósofo responde se há conflito entre ciência e religião. Não houve questionamentos nas duas turmas, ficando a impressão que os estudantes ficaram receosos em discutir o assunto. A entrevista foi utilizada com a intenção de criar um ambiente e um estado emocional favorável ao estudo. O filósofo, ao apresentar o seu ponto de vista, o faz no caminho da objetividade entre parênteses, reconhece como legítimo tanto o discurso da

religião quanto o discurso da ciência e argumenta que não deveria haver conflito entre tais domínios, já que não são comensuráveis. O silêncio durante e após a entrevista, algo incomum nas duas turmas, revelou que o material ofereceu uma perturbação. Portanto, pode-se inferir, com base em Maturana e Varela (1995), que a entrevista se constitui apenas em um elemento perturbador, a mudança depende da estrutura do sistema perturbado, ou seja, do sistema cognitivo do estudante.

O texto básico (capítulos 1 e 2 do livro “Evolução: o sentido da biologia”) foi reproduzido e disponibilizado para que os estudantes fizessem a leitura prévia do material. As duas turmas tiveram dificuldades para resolver as questões propostas no roteiro. O material (com 10 questões) foi elaborado com intento de que os estudantes explorassem o texto e se preparassem para discuti-lo. Para efeito de ilustração, duas questões do roteiro são apresentadas a seguir:

1. De acordo com o autor, “o que chamamos de *teoria darwinista da evolução* é um conjunto de teorias inter-relacionadas”. Considerando que estas teorias referem-se a diferentes aspectos do processo evolutivo, faça uma breve caracterização de cada uma delas.
2. Imagine que uma pessoa não aceite a evolução biológica e faça a seguinte afirmação: “Como posso acreditar numa teoria que diz que o homem veio do macaco”. Com base no texto estudado, que argumentos você utilizaria para sensibilizar esta pessoa a conhecer um pouco do pensamento evolutivo?

Em linhas gerais, os estudantes das turmas não resolveram todas as questões propostas no roteiro ou as fizeram de forma superficial. A ontogenia das turmas (e também dos estudantes), a resistência à leitura (e ao assunto), possivelmente explica as dificuldades com a tarefa proposta. Cabe ressaltar que apesar da sequência de ensino não contemplar o livro didático, as atividades propostas no capítulo “Evolução: as primeiras teorias” (LINHARES, 2010b, p.130-42) constavam de questões discursivas, de pesquisa e testes; os estudantes fizeram apenas os testes (7).

Quanto ao documentário *A perigosa ideia de Charles Darwin*, o material foi projetado parcialmente nas duas turmas, prejudicando a participação dos estudantes e a exploração do recurso a partir do roteiro que havia sido previamente elaborado. Quanto ao filme “A Criação”, não foi possível fazer a projeção. As dificuldades para utilização dos recursos que haviam sido selecionados e das atividades que haviam sido elaboradas estão visceralmente ligadas à organização manufatureira do trabalho didático, ainda hoje, vigente nas escolas (ALVES, 2001). A organização por disciplinas, a redução do currículo das disciplinas a uma lista de conteúdos, a ênfase no instrumento de trabalho, o caráter prescritivo e excludente do manual didático, entre outros aspectos, ilustram a referida forma de organização. Outros aspectos, que também estão relacionados a esta forma de organização do trabalho didático, dificultaram a aplicação da sequência programada, por exemplo, o fato das duas aulas semanais estarem separadas e as contingências que influenciaram o andamento das aulas (por exemplo: recados da gestão, dificuldades com equipamentos, etc.).

Considerando as informações acima, pode-se afirmar que as atividades desenvolvidas, em decorrência do envolvimento dos estudantes e das dificuldades para uso dos recursos selecionados, não foram suficientes para saturar de concretude os conceitos básicos de biologia evolutiva que são oriundos, sobretudo, do pensamento darwiniano.

## Considerações Finais

A elaboração, aplicação e análise da sequência didática tendo como referencial a epistemologia de Humberto Maturana possibilitou uma reflexão sobre as diversas variáveis que interferem na prática educativa. O contexto da organização escolar, sobretudo a forma de organização do trabalho didático, constitui-se em limites a serem considerados em qualquer iniciativa com viés inovador.

## Referências

- ALVES, Gilberto L. **A Produção da Escola Pública Contemporânea**. Campo Grande, MS: Ed. UFMS; Campinas, SP: Autores Associados, 2001.
- DARWIN, C. **A origem das espécies**. (Trad. Eduardo Fonseca). São Paulo: Hemus, 1979.
- FUTUYMA, D. J. **Biologia evolutiva**. 2ª ed. Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética / CNPq, 1992, 646p.
- LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia Hoje**. São Paulo: Ática, 2010a. v.2  
\_\_\_\_\_. **Biologia Hoje**. São Paulo: Ática, 2010b. v.3
- MATURANA, H.; VARELA, F. **A árvore do conhecimento: As bases biológicas do entendimento humano**. Campinas: Workshopsy, 1995.  
\_\_\_\_\_. **De máquina e seres vivos: autopoiese e organização do vivo**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- MATURANA, H. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2006.  
\_\_\_\_\_. **Emoções e linguagem na educação e na política**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.
- MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: UNESP, 2005.
- MOREIRA, M. A. A epistemologia de Maturana. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p.597-606, 2004.
- RIDLEY, M. **Evolução**. 3ª ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2006, 752p.
- SOUZA, R. F. de; CARVALHO, M. de; MATSUO, T.; ZAIA, D. A. M. Evolucionismo x Criacionismo. **Ciências Hoje**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 256, jan./fev. 2009.