

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
NATURAIS

LARISSA PEDROSO REIS

VAMOS FALAR DE EVOLUÇÃO!!
A CONSTRUÇÃO DE UM GUIA TEÓRICO PARA O ENSINO DE
EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

CUIABÁ-MT
2016

LARISSA PEDROSO REIS

**VAMOS FALAR DE EVOLUÇÃO!!
A CONSTRUÇÃO DE UM GUIA TEÓRICO PARA O ENSINO DE
EVOLUÇÃO BIOLÓGICA**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós Graduação em Ensino de
Ciências Naturais - como parte dos
requisitos básicos para obtenção do
título de mestre.

Orientação: Pro. Dr^a. Débora Eriléia
Pedrotti Mansilla

CUIABÁ-MT
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

P372v Pedrosa Reis, Larissa.
VAMOS FALAR DE EVOLUÇÃO! : A CONSTRUÇÃO DE UM GUIA
TEÓRICO PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA / Larissa Pedrosa
Reis. -- 2016
vi, 92 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Débora Eriéia Pedrotti Mansilla.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de
Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Cuiabá, 2016.
Inclui bibliografia.

1. Biologia. 2. Ensino. 3. Evolução biológica. 4. Material didático. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS
Avenida Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Boa Esperança - CEP: 78060900 - Cuiabá/MT
Tel : (65) 3615-8737 - Email : ppecn@fisica.ufmt.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "Vamos Falar de Evolução!! A Construção de um Guia Teórico para o Ensino de Evolução Biológica"

AUTOR : Mestranda Larissa Pedroso Reis

Dissertação defendida e aprovada em 16 de Setembro de 2016.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientadora Doutora Débora Eriéia Pedrotti Mansilla
Instituição : Universidade Federal de Mato Grosso

Examinadora Interna Doutora Edna Lopes Hardoim
Instituição : Universidade Federal de Mato Grosso

Examinador Externo Doutor Rogério Benedito da Silva Añez
Instituição : Universidade do Estado de Mato Grosso

Cuiabá, 16 de Setembro de 2016.

Resumo

O presente trabalho consiste na elaboração, implementação e avaliação de um guia teórico sobre evolução biológica proposta para professores de biologia. Quando tratamos a teoria da evolução biológica no âmbito do ensino básico, nos deparamos com situações complexas, pois por um lado, trata-se de um tema central para compreensão dos conteúdos biológicos, e por outro, há dificuldades identificadas em sala de aula, destacados pela literatura como: a visão fragmentada da ciência e da biologia, a falta de formação docente voltada para reflexões sobre o conhecimento estudado e sua implicação social assim como o escasso espaço dedicado ao tema nos materiais didáticos. Estes obstáculos levam a uma difícil compreensão da evolução como processo inerente aos seres vivos e de grande valor ético, como também limitam as possibilidades de o professor trabalhar a temática de modo contextualizado e crítico. Neste sentido, o guia teórico “Vamos falar de evolução!” tem como objetivo ser uma ferramenta que, embasada histórica e filosoficamente, procura suprir a fundamentação teórica necessária para que o professor trabalhe a evolução biológica de acordo com a lógica da atividade científica, considerando suas especificidades e suas implicações sociais. Para tanto, o mesmo está dividido em três módulos que visam à introdução ao pensamento científico, às ideias centrais na construção da teoria da evolução biológica ao longo dos últimos três séculos e aos debates gerados por ela e por fim traz sugestões de como o professor pode trabalhar em sala de aula. Afim de perceber sua recepção, o guia foi disponibilizado a um professor da educação básica para testagem do guia no planejamento de aulas sobre evolução biológica. Posteriormente com os apontamentos realizados, o guia foi reformulado e compartilhado com três professor da educação básica no estado de Mato Grosso, para avaliação do produto, sendo posteriormente suas percepções registradas e discutidas neste trabalho.

Palavras-chave: Biologia, material didático, ensino evolução.

Abstract

This work consists on the design, implementation and evaluation of a theoretical guide on biological evolution proposed for biology teachers. When we treat the theory of biological evolution in the context of basic education, we face complex situations, because on the one hand, it is a central issue for understanding the biological content, and on the other, there are the difficulties encountered in the classroom, highlighted by the literature as the science and biology fragmented view, the lack of dedicated training teachers for reflections on the studied knowledge and its social implications as well as the limited space devoted to the subject in textbooks. These barriers lead to a difficult understanding of evolution as a process inherent to living beings and of great ethical value, but also limit the possibilities of the teacher work the theme of contextualized and critically. In this sense, the theoretical guide "Let's talk about evolution!" It aims to be a tool that grounded historically and philosophically seeking to redress the theoretical foundation necessary for the teacher to work biological evolution according to the logic of scientific activity, considering its specificities and its social implications. Therefore, it was divided into three modules aimed at introduction to scientific thinking, the central ideas in the construction of biological evolution theory over the last three centuries and debates generated by it and finally brings suggestions of how the teacher can work in the classroom. In order to realize its receipt, the guide was made available to a teacher of basic education for testing the guide in planning lessons on biological evolution. Later with the notes made, the guide has been redesigned and shared with three teachers of basic education in the state of Mato Grosso, to evaluate the product, and subsequently their recorded and discussed in this paper perceptions.

Keywords: Biology, pedagogical materials, teaching, evolution.

Lista de Abreviaturas e Siglas

UFMT- Universidade Federal de Mato Grosso

PCN's- Parâmetros Curriculares Nacionais

CTS- Ciência-Tecnologia-Sociedade

Lista de tabelas

Tabela 1- Gênero, idade e local de atuação dos avaliadores.....31

Tabela 2- Área de formação, tempo de formação e de docência dos avaliadores.....31

Tabela 3- Momentos da aula mais apropriados para utilização do guia.....36

Lista de Quadros

Quadro 1. Resultado da avaliação dos aspectos técnicos da ferramenta pedagógica.....32

Quadro 2- Resultado da avaliação dos aspectos pedagógicos do guia.....34.

Sumário

Introdução	8
Trajetória da pesquisadora	8
Sobre o problema investigado	10
CAPÍTULO I Fundamentação Teórica	13
1.1 A educação em ciências e o ensino de biologia	13
1.2 O ensino de evolução biológica	15
CAPÍTULO II - Procedimentos Metodológicos	20
2.1 A pesquisa	20
2.2 A construção do guia	20
2.3 Testagem e Avaliação do guia	23
2.4 Instrumentos de coleta de dados.....	24
2.4.1 Entrevista semiestruturada	24
2.4.2 Ficha avaliativa	24
CAPÍTULO III- Resultados e Discussão	26
3.1 Testagem do guia	26
3.2 Avaliação do guia.....	32
3.2.1 Bloco 1- Caracterização dos avaliadores.....	32
3.2.2. Bloco 2- Aspectos técnicos do guia	33
3.2.3 Bloco 3- Aspectos pedagógicos do guia.....	34
3.2.4 Bloco 4- Utilização do guia para o planejamento	36
CAPÍTULO IV – Considerações Finais	40
REFERÊNCIAS.....	42
Apêndice I- Guia Teórico “Vamos falar de evolução!”	46
Apêndice II- Roteiro de entrevista- P1.....	86
Apêndice III- Ficha de avaliação	87

Anexo I – Planejamento P1- Julho de 2015	91
---	-----------

Introdução

Trajetória da pesquisadora

O caminho que me trouxe até a elaboração deste trabalho, inicia-se ainda na infância, adolescência e educação básica com as vivências, as aulas de ciências e o encantamento pela vida e sua diversidade. A escolha do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas na UFMT, em 2007, aos 17 anos, foi uma forma de continuar a construção de conhecimentos nessa área, assim como a possibilidade de compartilhamento do mesmo em processos educativos.

O curso, os professores, as relações que estabeleci, me permitiram construir uma concepção mais crítica da biologia enquanto ciência, da dinâmica do processo de ensino aprendizagem, assim como a percepção de pontos incongruentes no sistema e das questões que emergem daí. Também foi durante a formação inicial que obtive contato com a sala de aula desta vez no papel docente.

Me intrigava o fato que no contexto do ensino de biologia, parâmetros e orientações trouxessem a evolução biológica como eixo integrador do conteúdo biológico enquanto que os livros didáticos, assim como cursos de formação apresentam uma estrutura fragmentada da biologia com cada capítulo ou disciplina tratando de conteúdos específicos sem relação entre eles e com a evolução biológica.

Dessa forma é quase impossível construir uma visão coerente dos conhecimentos biológicos e da relação dos mesmos com os sujeitos e o meio em que vivem. E é este o objetivo de uma educação científica, como ressalta Cachapuz et al, (2005),

A educação científica apresenta-se como parte de uma educação geral para todos os cidadãos, (...) trata de ajudar a grande maioria da população a tomar consciência das complexas relações entre ciência e sociedade, de modo a permitir-lhes participar na tomada de decisões e, em definitivo, considerar a ciência como parte da cultura do nosso tempo. (CACHAPUZ et al, 2005, p. 31).

Essa problemática que já observava desde a educação básica, embora de forma inconsciente quando não compreendia as relações existentes entre os conteúdos e entre estes e o meu cotidiano, permaneceu na educação superior com o acesso a documentos e fundamentação teórica sobre o ensino de biologia. Apenas quando fui para sala de aula como professora, percebi como é difícil fazer diferente do que eu havia vivenciado até então.

A inquietação ao perceber a minha limitação em como trabalhar os conteúdos em biologia e a evolução biológica dentro de uma perspectiva de formação científica e cidadã me pôs na busca de novas orientações.

A entrada no Programa de Pós Graduação em Ciências Naturais da UFMT, no ano de 2013 decorreu justamente dessa procura de encontrar fundamentação que orientasse a minha prática.

Como coloca Moreira (1988), para que efetivas mudanças ocorram no campo da educação científica, é preciso introduzir o professor na problemática do ensino e na busca de alternativas,

Uma verdadeira melhoria do ensino de ciências depende de muitos fatores, mas a pesquisa em ensino parece ter muito a contribuir nesse sentido, principalmente a pesquisa com fundamentação teórica e epistemológica. Essa pesquisa, no entanto, não pode ficar apenas nas mãos de investigadores isolados em universidades. A experiência já mostrou que, assim, os resultados são pouco significativos e não chegam à sala de aula. É preciso engajar os professores nessa pesquisa. (MOREIRA, 2007, p. 53.)

Sendo assim, esse trabalho é fruto do meu caminho na busca de aprofundamento na problemática do ensino de evolução biológica. Problemática vivenciada por mim em sala de aula, durante os últimos três anos e que venho buscando amenizar com a fundamentação teórica-epistemológica que adquiri nestes anos de estudo.

O guia teórico “Vamos falar de evolução” foi construído nesse caminho. Busco por meio dele, auxiliar outros professores que estão na busca de proporcionar uma educação científica voltada para a formação cidadã e que percebem sua própria formação teórico-epistemológica e prática como fundamental para este processo.

Sobre o problema investigado

No ensino de biologia e evolução biológica, espera-se que haja a compreensão do mundo vivo a partir de explicações científicas acerca das relações e dinâmica dos seres vivos e o meio ambiente ao longo da história que conhecemos. Dessa forma, além de possibilitar a aproximação entre os conteúdos e a realidade dos sujeitos, também favorece a discussão acerca da natureza do discurso científico dando lugar a reflexões da ciência como atividade aberta e em contínua construção onde os conceitos são criados coletivamente e historicamente e estão intimamente relacionados com um determinado contexto social tanto em sua produção como nas consequências de seus resultados.

Existe hoje uma infinidade de trabalhos que relatam a falta de sucesso da educação básica em contribuir na construção de conhecimento sobre a evolução biológica (KRASILCHIK, 1987; PRAIA, CACHAPUZ e GIL-PÉREZ, 2002; CACHAPUZ et al, 2005; MEYER e EL- HANI, 2005; POZO e CRESPO, 2009). Levando em consideração sua relevância na compreensão da diversidade da vida, do meio em que vivemos e de inúmeros problemas enfrentados em nossa sociedade, sua abordagem deveria permear todos os conteúdos trabalhados em biologia.

Como reportam alguns destes autores, um dos primeiros entraves no ensino de evolução, se dá pelos conflitos gerados com conceitos já estabelecidos, como a ideia de progresso e de ciência como campo único de conhecimento válido, como lembra Bizzo:

O ensino dos conteúdos científicos está intimamente ligado ao ensino da natureza do conhecimento científico(...) A ciência pode, e deve, ser apresentada em sua dimensão mais viva e real: ela é obra de homens e mulheres que tanto influenciam como são influenciados por seu contexto físico e social (BIZZO, 1991, p.281).

Outro obstáculo seria o arranjo curricular, adotado nas escolas de educação básica que privilegia um ensino descontextualizado e fragmentado dos conteúdos biológicos, relegando à evolução ao último ano do ensino formal. “Na prática, a biologia evolutiva é geralmente ensinada no final do terceiro ano do ensino secundário, razão pela qual tal conhecimento, muitas vezes não chega a sala de aula.” (TIDON E LEWONTIN, 2004, p.5).

No aspecto curricular faz-se necessário reforçar a autonomia docente que deve ser precedida por uma valorização e formação inicial e continuada de qualidade para que tenham o reconhecimento e o conhecimento necessário para realizarem o arranjo curricular da forma que entenderem ser mais coerente com a natureza da ciência. Como afirma Oliveira e Bizzo,

Um currículo que privilegia esclarecimentos acerca da natureza da ciência é essencial para que os alunos compreendam as distinções entre os conhecimentos científicos, religiosos, culturais e filosóficos, dentre outros modelos de conhecimento que buscam explicar o mundo, afinando, assim, suas habilidades ao tomar decisões conscientes, analisando quais são as bases das informações que estão enfrentando e quais as suas consequências. (OLIVEIRA e BIZZO, 2009, p.118).

A ausência de material didático que inclua uma visão necessária para uma abordagem histórica e filosófica do conhecimento evolutivo (LEITE, 2004), assim como maneiras de instrumentalizar esse conhecimento levando em consideração princípios sociointeracionistas, onde a sala de aula figura como espaço de troca e construção de significados de forma coletiva pela internalização de ferramentas sociais como a fala, gestos e imagens, constitui outro problema enfrentado no ensino de evolução biológica.

De acordo com os pressupostos, o objetivo geral desta dissertação foi o de elaborar, testar e avaliar um guia teórico sobre a evolução biológica a ser utilizado por professores de biologia.

O estudo está centrado na superação de visões distorcidas sobre a teoria evolutiva, como as ideias de finalidade e progresso associados a evolução dos seres vivos, e a crença de que a evolução biológica é apenas uma *teoria*, termo cotidianamente utilizado como sinônimo de *hipótese*.

Mediante uma abordagem contextual do que é ciência e a inclusão de elementos da história da ciência no material produzido, o presente trabalho buscou partir das dificuldades identificadas no ensino de evolução biológica e propor uma intervenção por intermédio da construção de um guia teórico sobre evolução biológica a ser utilizado por professores no planejamento de aulas de biologia da em sala de aula, construindo assim, alternativas para o ensino da evolução biológica na educação básica.

De forma a atender a este objetivo geral nos pautamos nos seguintes objetivos específicos: Revisão e análise de referencial bibliográfico sobre a educação em ciências,

o ensino de biologia e de evolução biológica; Construção do Guia Teórico “Vamos Falar de Evolução¹”; Testagem do guia e avaliação do guia por professores da educação básica no estado de Mato Grosso.

O trabalho apresentado a seguir foi estruturado em quatro capítulos: com intenção de conferir uma visão geral ao leitor, sintetizamos a seguir o que encontrará nas próximas páginas. No Capítulo I trabalhamos os conflitos encontrados no ensino e aprendizagem de biologia e evolução, como reflexo do ensino fragmentado das ciências, a necessidade de formação docente e de material didático que trabalhe com questões crítico-reflexivas, assim como as alternativas pela inclusão histórica e contextual da ciência afim de suprir essas lacunas.

No Capítulo II, tratamos do percurso metodológico que trilhamos para a construção do guia didático e o procedimento de testagem e avaliação deste. No Capítulo III, trazemos os resultados obtidos a partir da testagem e avaliação do guia. No Capítulo IV, expomos as considerações sobre o trabalho desenvolvido e encaminhamentos futuros.

CAPÍTULO I Fundamentação Teórica

1.1 A educação em ciências e o ensino de biologia

A educação em ciências é caracterizada por uma epistemologia racionalista onde os conhecimentos são trabalhados como neutros e absolutos. Esse movimento que marca a ciência moderna é um dos responsáveis pela forma como os seres humanos se relacionam com a natureza, dominando-a. No ensino isso se reflete a medida que não se aproxima os conteúdos estudados do contexto social em que foram criados e do qual os sujeitos participantes da dinâmica de ensino pertencem. Dessa forma é quase impossível alcançar os objetivos sociais de uma efetiva educação científica ressalta Cachapuz et al, 2005,

A educação científica apresenta-se como parte de uma educação geral para todos os cidadãos, (...) trata de ajudar a grande maioria da população a tomar consciência das complexas relações entre ciência e sociedade, de modo a permitir-lhes participar na tomada de decisões e, em definitivo, considerar a ciência como parte da cultura do nosso tempo (CACHAPUZ et al, 2005, p. 31).

Essa abordagem no ensino de ciências vem buscando ser substituída por uma visão de ciência dinâmica e contextual capaz de demonstrar as relações existente entre o meio social e o conhecimento gerado e utilizado cientificamente (HOFSTEIN, AIKENHEAD, RIQUEARTS, 1988; DELIZOICOV; ANGOTTI. 1990; DOS SANTOS, MORTIMER, E. 2001; PÉREZ, 2001; PRAIA, CACHAPUZ, GIL-PÉREZ, 2002; CACHAPUZ, et al. 2005; SILVA, 2006; PRAIA, GIL-PÉREZ, VILCHES, 2007; POZO, 2009).

No ensino de biologia, a ideia de ciência absoluta e neutra se perpetua a medida que não se dá prioridade aos princípios organizadores desta ciência e os conceitos são tratados sem contextualização histórica e social se resumindo muitas vezes a memorizações vazias por parte dos estudantes. Um dos motivos para que o caráter dinâmico e complexo da vida não seja entendido e de fácil compreensão pelos alunos reside no fato de que essa visão fragmentada e estática não tem ligação com a abordagem

histórica e evolutiva da vida, que uma vez aplicada no ensino, facilitaria a compreensão das relações que caracterizam o mundo vivo e dão sentido ao conhecimento biológico.

Lombrozo, Thanukos, e Weisberg (2008) exploram a hipótese de que a aceitação da teoria evolutiva está relacionada com o entendimento da natureza da ciência,

Talvez o que esteja faltando para os estudantes e o público em geral não é apenas o conteúdo da teoria evolutiva mas um entendimento do seu status científico e dos métodos que repetidamente suportam suas afirmações centrais. Em particular, aceitar a evolução pode requerer a apreciação do fato de que uma teoria científica é confiável (não um mero achismo) mas também provisória (sujeita a contínua revisão). Além disso, reconhecer a evidência esmagadora da evolução pode requerer a apreciação do fato de que evidências podem vir de várias formas, resultantes de diversos métodos, e requer inferências e interpretações para suportar as teorias (LOMBROZO, THANUKOS e WEISBERG, 2008 p.290).

Essa problemática ganha proporções maiores quando consideramos que apesar dos esforços, os materiais didáticos ainda refletem uma visão distorcida da ciência por trabalhar o conhecimento como produto acabado sem estabelecer vínculos entre eles e o contexto sociocultural. Como ressalta Neto (2003),

(...) usualmente os livros escolares utilizam quase exclusivamente o presente atemporal para veicular os conteúdos. Desse modo, apresentamos como verdades que, uma vez estabelecidas, serão sempre verdades. Os livros escolares também não modificaram o habitual enfoque ambiental fragmentado, estático, antropocêntrico, sem localização espaço-temporal. Tampouco substituíram um tratamento metodológico que concebe o aluno como ser passivo, depositário de informações desconexas e descontextualizadas da realidade (NETO, 2003, p.151).

Dessa forma, é necessário que se criem oportunidades para reflexão por parte dos docentes sobre suas concepções da natureza do conhecimento científico e as quais são veiculadas pelos materiais didáticos já que uma educação que vise a introdução dos sujeitos em um modo específico de gerar conhecimentos requer que o orientador deste processo esteja envolvido com uma abordagem coerente da ciência que trabalha. Como ressaltam Praia, Capachuz e Gil-Pérez (2002),

...as concepções de ciência que os professores possuem têm implicações no modo como a ensinam e, se assim é, torna-se necessário criar espaços e tempos em que o professor deve contatar com as principais

concepções de ciência, refletir nelas, discuti-las, confrontá-las, aprofundando as suas próprias concepções e daí retirando indicações, orientações e ensinamentos quanto às estratégias, métodos e procedimentos a adotar no seu trabalho docente. (PRAIA, CACHAPUZ e GIL-PÉREZ, 2002, p. 129)

Esse olhar no ensino da biologia permite ver o conhecimento de forma complexa e não mais de modo fragmentado, dessa forma percebemos que muitas vezes se deixa de lado os princípios que suportam as relações entre os conteúdos (PIOLLI e DIAS, 2004). Como ciência da vida, a biologia apresenta como seu eixo organizador a teoria evolutiva que além de permear os conteúdos biológicos em uma perspectiva histórica e comparativa, constitui conhecimento “indispensável ao novo milênio por colocar o ser humano em seu lugar, fazendo-o compreender enquanto cidadão, diversos temas e ações diárias” (FUTUYMA, 2002)

Faz-se necessário que os professores busquem fundamentação teórica que lhes permita refletir sobre suas concepções de ciências, biologia e ensino e a partir disso planejar sua prática, de forma a perceber falhas no processo de ensino e de aprendizagem e buscar alternativas para melhor construção dos conhecimentos científicos.

1.2 O ensino de evolução biológica

A educação científica na área da biologia deve ser responsável por introduzir os sujeitos em um modo de pensar e de explicar os fenômenos da vida buscando abordagens alternativas a visão fragmentada e absoluta da ciência. Essa visão não permite compreender a vida como unidade dependente de suas relações levando a crença da superioridade humana sobre as outras formas vivas e a um estágio social crítico de desrespeito com todas as outras espécies, inclusive a nossa.

A evolução biológica, como eixo integrador dos conhecimentos biológicos, conferindo a estes sentido, pode auxiliar na superação da visão fragmentada do conhecimento. Muitos pesquisadores (GOEDERT e DELIZOICOV, 2013; BIZZO, 1991; CICILLINI, 1993; MIANUTTI e BASTOS, 2013; SEPULVEDA e EL-HANI, 2004; CARNEIRO e DA ROSA, 2003) defendem a importância de trabalhar a evolução biológica uma vez que permite uma melhor compreensão dos conteúdos da área, assim

como uma percepção da complexidade da vida, de suas interações, da dinâmica da produção de conhecimento científico e de questões da atualidade relacionadas ao tema.

Esse entendimento segundo os PCN's (1999) possibilita que o estudante desenvolva um conceito mais coerente tanto da atividade científica como do ambiente em que vive, sendo capaz de perceber seu lugar de forma crítica.

Ainda que a proposta de se trabalhar em uma perspectiva evolutiva no ensino de biologia seja uma orientação curricular nacional fundamentada na natureza da própria ciência biológica e em pesquisas na área de ensino da mesma, estudos demonstram dificuldades na construção de conceitos básicos sobre a evolução biológica pelos alunos e também pelos docentes.

As causas de tais dificuldades se encontram em múltiplos e intrincados contextos como o fato de o tema se encontrar intimamente relacionado com crenças culturalmente aceitas e a experiência imediata do sujeito, a formação docente pouco voltada para reflexões históricas e filosóficas acerca da biologia e a falta de material didático bem fundamentado sobre o tema reforçam este quadro (SEPÚLVEDA e EL-HANI, 2004; GASTAL, 2009; RIBEIRO, 2010; OLEQUES, 2011; ARAÚJO, 2012).

Oliveira e Bizzo (2011) ao pesquisarem a aceitação da teoria evolutiva entre alunos da educação básica detectaram percepções conflituosas entre os discursos científicos e religiosos,

É essencial um currículo que privilegie esclarecimentos acerca da natureza da ciência para que os alunos compreendam as distinções entre os conhecimentos científicos, religiosos, culturais e filosóficos, dentre outros modelos de conhecimentos que buscam explicar o mundo. (OLIVEIRA e BIZZO, 2011, p.117)

Ribeiro (2010), Gastal (2009), Oleques (2011), Carneiro (2004), Tidon e Lewontin (2004) e Mello (2008) ao pesquisarem as concepções de professores de biologia em formação inicial, relataram a presença de concepções alternativas sobre conceitos de evolução biológica que não são coerentes com as teorias científicas, como ideias teleológicas e de intencionalidade no processo evolutivo. Os estudos apontam a dificuldade encontrada por professores em responder questões relacionadas a conhecimentos básicos de evolução, assim como as “confusões vocabulares” como obstáculos ao aprendizado da teoria. “Palavras como evolução (ligada à idéia de

progresso) e adaptação (ligada à idéia de melhoria) já fazem parte do universo dos alunos e professores com outros sentidos” (TIDON e LEWONTIN, 2004, p. 127).

Essas concepções difundidas socialmente podem levar os sujeitos à perpetuação de uma visão antropocêntrica (GOEDERT, 2004), por isso devem ser trabalhadas em sala de aula dentro do contexto da ciência, afim de demonstrar seus significados de forma coerente com a atividade científica

Sepúlveda e El-Hani (2004) lembram que as concepções alternativas configuram a linguagem que permite aos sujeitos explicar os fenômenos de modo pragmático em relação a uma realidade que é palpável a eles. Dessa forma, substituir esse conhecimento pelo conhecimento científico não deve ser o objetivo do ensino de ciências, mas sim a possibilidade de demonstrar outra forma de explicar e interpretar fenômenos a partir de uma dinâmica específica de produção de conhecimento.

Mortimer (2000) coloca que o ensino de ciências consiste em um processo de enculturação onde a construção de conhecimento científica se dá pela introdução do sujeito em um novo modo de pensar, de analisar e representar os fenômenos de modo que possam perceber o alcance e as limitações desse conhecimento.

Esta problemática se reforça com a análise dos livros didáticos de biologia, que além de apresentarem distorções de conceitos como adaptação, variação e seleção natural, trazem a perspectiva evolutiva de modo descontextualizado e apresentam simplificações da história da ciência, configurando obstáculo para o planejamento em uma visão coerente do conhecimento biológico (OLIVEIRA,1995; NETO, 2003; LEITE, 2004; NAVARRO e MOTOKANE, 2009; ZAMBERLAND, 2009; ARAUJO,2012).

Em uma análise de diferentes livros didáticos de biologia, Navarro e Motokane (2009), concluíram que sequência muito semelhante de conteúdos biológicos são apresentados, inicialmente trabalhando-se uma introdução a biologia, teorias da origem da vida, seguido pelo estudo da célula, dos tecidos e embriologia. Uma grande parte seria destinada ao estudo dos grupos de seres vivos e geralmente ao final apresentam aspectos da evolução e ecologia. “Todas as obras analisadas apresentam o estudo formal da evolução biológica, concentrada em um bloco (unidade e/ou capítulo) específico, que não alcança 10% do conteúdo” (NAVARRO e MOTOKANE, 2009, pg. 3016).

Para Pozo e Gómez Crespo (2009) ensinar ciências não deve ter como meta mostrar seus resultados como verdades absolutas, mas sim como um saber histórico e dinâmico. Sendo assim, uma abordagem que privilegia esse processo de enculturação no

ensino de evolução não deve, portanto, se ater a memorização de nomes, datas e a percepção de ideias como verdades proferidas por grandes gênios, mas sim dar ênfase a aproximação da sala de aula com a atividade científica e a realidade palpável dos sujeitos.

O que pode nos ajudar a atingir esta meta é o resgate da história da ciência no ensino uma vez que como descrito nos PCN (1999), elementos da história e da filosofia da biologia possibilitam aos alunos a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. A evolução biológica, intrinsecamente histórica, deve ser melhor compreendida com a aproximação desta abordagem na elaboração de ferramentas pedagógicas e na formação docente.

Para um melhor entendimento da Teoria da Evolução Rudolph e Stewart (1998), discutem que também seria aconselhável a aproximação com os recentes modelos epistemológicos de Ciência, que incluem na prática científica, além de elementos metodológicos, também elementos metafísicos e sociais. Os autores sugerem que a História da Ciência pode contribuir ao apresentar e proporcionar um entendimento das dificuldades existentes para a aceitação da proposta.

Para Oliveira (1995) e Zamberland (2009) para uma efetiva compreensão dos conteúdos biológicos é necessário trabalhá-los de maneira que a perspectiva evolutiva seja o eixo integrador de todos eles. Dessa maneira “o ensino de uma Biologia classificatória e estática no tempo seria substituído pelo ensino de uma Biologia histórica, que reúne e interpreta a dinâmica do passado para explicar o presente e vice-versa” (OLIVEIRA, 1995).

Segundo Piolli e Dias (2004), é necessário contextualizar evolutivamente a história dos diversos grupos de organismos para que os alunos possam estabelecer relações entre eles. Caso contrário, o ensino ficará restrito apenas ao entendimento de cada organismo como entidades desprovidas de ligação com os outros seres.

Sendo assim, para dar sentido aos conteúdos trabalhados e relacioná-los a questões sociocientíficas que permitam ao sujeito compreender a ciência como dinâmica, ativa e incluída em determinado contexto social, propostas, por exemplo, como a de contextualização sobre a natureza da ciência e a inclusão da história e filosofia da mesma no ensino podem facilitar a visualização de como os conceitos trabalhados relacionam-se com questões presentes no cotidiano e meio em que vivem.

Segundo Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988) o ensino que leve em consideração os eixos da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade deve ter como foco o

meio tecnológico e social dos estudantes para que estes integrem o conhecimento científico com o mundo de suas experiências do dia-a-dia. Para Santos e Mortimer (2001), esta perspectiva teve início justamente a partir deste novo olhar para as ciências:

O movimento CTS surgiu, então, em contraposição ao pressuposto cientificista, que valorizava a ciência por si mesmo, depositando uma crença cega em seus resultados positivos. A crítica a tais concepções teria levado a uma nova filosofia e sociologia da ciência que passou a reconhecer as limitações, responsabilidades e cumplicidades dos cientistas, enfocando a ciência e a tecnologia (C&T) como processos sociais. (SANTOS E MORTIMER, 2001, p.96)

No ensino de biologia, esta compreensão do conhecimento tem grande valor uma vez que além de permitir a compreensão da vida em toda sua complexidade permite lidar com questões cotidianas, “seja na escolha de um plano de natalidade, na administração correta de um antibiótico, na seleção de um cardápio saudável ou no posicionamento diante de um filme ou livro.” (SELLES et al., 2009, pg.136).

A partir da problemática exposta neste capítulo acerca dos obstáculos observados no ensino da evolução biológica e das alternativas para superação, no próximo capítulo expomos o percurso metodológico para construção de um guia que buscou incorporar reflexões sobre a natureza e história da ciência para assim servir como referencial teórico e didático para os professores de biologia.

CAPÍTULO II - Procedimentos Metodológicos

2.1 A pesquisa

Para a elaboração deste trabalho nos pautamos na abordagem qualitativa que segundo Lüdke e Andre (1986) além de configurar um caminho que possibilita fazer descobertas e encontrar novos significados sobre o tema estudado, permite discutir e avaliar alternativas.

Se torna evidente, assim, uma pesquisa que valorize o processo de construção tanto quanto o produto construído na busca de gerar conhecimento sobre o mesmo e suas contribuições como guia teórico para os professores no ensino de evolução biológica.

Para tanto, os procedimentos adotados neste trabalho consistiram em: Revisão bibliográfica sobre as dificuldades encontradas no ensino de evolução biológica e alternativas para amenizar tais dificuldades, expostas na fundamentação teórica desta pesquisa; A construção do guia “*Vamos falar de evolução!*”; Testagem e Avaliação participativa do guia construído, tendo como instrumentos de coleta de dados, a entrevista e a ficha avaliativa. Expomos a seguir os procedimentos adotados.

2.2 A construção do guia

O guia teórico “Vamos falar de evolução!” (Apêndice I) foi organizado em uma perspectiva interacionista onde o conhecimento contido nele ganha sentido por meio do compartilhamento de significados entre o professor e o aluno, caracterizando uma situação de ensino-aprendizagem (GOWIN, 1981). Também consideramos a inserção da natureza da ciência e da história do pensamento evolutivo a fim de possibilitar uma visão coerente da atividade científica e dar margem a reflexões sobre suas relações socioambientais.

Sendo assim, o guia foi dividido em três módulos:

Módulo 1: *Observação, Curiosidade, Conhecimento – Como surgem as ideias científicas?*

O que leva a produção de ideias científicas? O que determina a veracidade destas ideias? Este módulo objetiva introduzir noções da atividade científica como seu caráter dinâmico histórico e sua especificidade enquanto caminho explicativo e consequente cuidado no tratamento da linguagem e a metodologia científica (MATURANA,1995; MORTIMER, 2000; MORGANTE,2002).

No ensino de evolução, essa abordagem leva a entender a teoria como o conjunto de princípios e mecanismos construídos historicamente pela ciência afim de explicar observações e constatações sobre o mundo vivo (MEGHLIORATE,2004; MAYR,2008).

O objetivo do módulo, portanto, é o de desconstruir visões distorcidas sobre a natureza do conhecimento científico e demonstrar como uma nova perspectiva tende a modificar a prática docente em relação à organização dos conteúdos e seu planejamento (PRAIA et al., 2007).

O Módulo 2: *A biologia e a transformação da vida*

Neste módulo demonstramos a gênese do pensamento evolutivo por meio de observação e inferência sobre a biodiversidade. Nesse momento é possível perceber ideias distintas sobre o mesmo, caracterizando os diferentes tempos e domínios de explicação. Iniciando com os conceitos e contextos de aceitação do Fixismo e Transformismo, duas correntes de explicação do mundo vivo que ainda hoje geram polêmicas ao tratar da causa e origem das diferentes formas de vida.

Apontar as principais características e o contexto de aceitação dessas duas correntes de explicação do mundo vivo tem como objetivo demonstrar como a atividade científica é dinâmica e dependente do meio em que se desenvolve. Resgatar as ideias dos notórios cientistas que participaram na construção inicial do pensamento evolutivo reforça o objetivo e a natureza coletiva desta. Este resgate deverá evidenciar as limitações e potencialidades dessas explicações no contexto de sua produção.

As contribuições de nomes como Buffon, Erasmus Darwin e Lamarck reforçando a ideia de transformação das espécies ao estabelecer um novo modo de ver a vida e as implicações deste na ciência e na sociedade, também ganham espaço neste módulo assim como a formalização teórica de um mecanismo para o processo de evolução biológica, fortemente fundamentado em dados de diversas áreas como paleontologia,

anatomia comparada e distribuição de espécies proposta por Darwin e Wallace, como também o argumento de descendência com modificação e ancestralidade comum, que unifica todas as formas de vida, levou a sociedade a rever muitos conceitos, como a superioridade humana e a estabilidade da natureza.

As implicações deste pensamento foram sentidas além das ciências biológicas tendo influenciado inúmeros pensadores em suas interpretações, nem sempre adequadas, de conceitos como a seleção natural, variação, adaptação e evolução e suas aplicações em diferentes contextos. Trabalhá-los, portanto, em seu contexto de criação e de sua história, mostrando como e para que foram pensados e como são compreendidos hoje, por meio do conhecimento proveniente da síntese moderna e os avanços da microbiologia e biologia molecular no século XX, é possível perceber como a atividade científica é constante em sua construção e reorganização.

Discutir as implicações e a interferência do ser humano nos mecanismos naturais de evolução com os avanços de conhecimentos e tecnologias como a utilização de antibióticos, agrotóxicos e outros tipos de intervenções diretas nas populações mostram a aplicação deste conhecimento na dinâmica destas e suas implicações socioambientais é o principal objetivo deste módulo. (BIZZO, 1991; FUTUYMA, 1997; MARGULIS e SAGAN, 2002; MORGANTE, 2002; MEGLHIORATTI, 2004; MEYR e EL-HANI, 2005; MAYR, 2008).

O Módulo 3: *Sugestões para planejamento*

O último módulo tem como objetivo partir das ponderações apresentadas anteriormente e de materiais referentes ao ensino de evolução biológica, e propor maneiras de organizar o planejamento e os conteúdos biológicos de modo coerente com a história do pensamento evolutivo e da atividade científica.

A observação da biodiversidade, da relação entre comportamento, forma e habitat, da unidade e diversidade da vida assim como o foco na dimensão temporal da evolução geológica e biológica e a perspectiva comparada, deve ser levada em consideração uma vez que permitem uma melhor visualização de pontos centrais da teoria evolutiva.

Afim de aproximar o conhecimento científico da realidade que vivenciamos, propomos também neste módulo, questões para reflexão tais como a evolução da espécie humana no contexto histórico da vida, as implicações sociais e tecnologias desenvolvidas a partir do conhecimento sobre a evolução das espécies (CICILLINI,1993; OLIVEIRA, 1995; FUTUYMA,1997; MARGULIS e SAGAN,2002; MORGANTE, 2002; DIAS e PIOLLI,2004; EL HANI e MEYER, 2005; MOTOKANE e NAVARRO,2009).

Cada módulo dispõe de um conjunto de material bibliográfico e atividades visando à construção de significados científicos sobre conceitos básicos da evolução biológica como transformação, variação, seleção natural e adaptação. Estes módulos foram dispostos de forma a permitir aos sujeitos refletir sobre a evolução e seus conceitos chave em uma perspectiva histórica, onde os significados mudam, onde há um contexto de produção e onde o conhecimento traz implicações sociais que devem ser analisadas criticamente.

2.3 Testagem e Avaliação do guia

Afim de perceber a receptividade do guia e possíveis aplicações no planejamento docente, o mesmo foi compartilhado com um professor, formado em Licenciatura em Ciências Biológicas, atuando com alunos de terceiro ano em um curso técnico de edificações e informática no Instituto Federal de Mato Grosso, identificado aqui como Professor 1 (P1), no período de julho a setembro de 2015.

Após o compartilhamento do guia produzido, ele foi incluído no planejamento e após a execução das aulas uma entrevista foi realizada com o professor para perceber suas impressões acerca dos aspectos técnicos e pedagógicos do mesmo afim de nos auxiliar na avaliação.

Em seguida o guia foi reformulado e compartilhado com três professores (P2, P3, P4) atuantes na educação básica do estado de Mato Grosso responsáveis pela avaliação do mesmo por meio de ficha avaliativa, no período de junho a agosto de 2016.

2.4 Instrumentos de coleta de dados

2.4.1 Entrevista semiestruturada

Afim testar o produto construído, assim como possíveis erros e alternativas de melhoria, após o compartilhamento do guia “Vamos falar de evolução!”, uma entrevista foi realizada com o professor P1.

O roteiro (Apêndice II) para a entrevista foi constituído de quatro perguntas abertas que guiaram e abriram espaço para outros questionamentos durante a execução da mesma. As perguntas iniciais foram baseadas nas seguintes reflexões:

Principais obstáculos percebidos pelo docente para o ensino de evolução biológica; A possibilidade de utilização do guia na superação de tais obstáculos; Formas de utilização do mesmo no planejamento e sugestões sobre a apresentação e o conteúdo do guia.

A entrevista foi gravada, transcrita e está descrita nos resultados apresentados no próximo capítulo.

2.4.2 Ficha avaliativa

Após testagem, o guia foi reformulado e novamente compartilhado com mais três professores (P1, P2 e P3) para nova avaliação.

Para tanto, uma ficha avaliativa (Apêndice III) foi distribuída aos professores. Esta, foi composta por quatro blocos. No primeiro, perguntas sobre a caracterização dos avaliadores como a área e o tempo de formação.

Em seguida no segundo bloco, questões sobre os aspectos técnicos do guia como a organização, linguagem e adequação de fotos e ilustrações. Os aspectos pedagógicos como a contextualização, o conhecimento veiculado e o nível de adequação para o

planejamento, foram avaliados no bloco três. Nestes dois blocos os professores poderiam responder as questões de acordo com as opções *Ótimo, Bom, Regular, Ruim e Péssimo*.

No último bloco o professor respondeu questões sobre a utilização do guia teórico. Primeiramente questionou-se se os professores utilizariam o guia. Caso respondessem afirmativamente, na pergunta seguinte deveriam escolher os melhores momentos para este uso.

Dentre as opções estavam: Introdução da aula, durante a problematização para introdução do conteúdo, após a explicação do conteúdo, atividade diferente em sala de aula, como trabalho extraclasse e a opção *outros* para indicação de novas ideias.

Também neste bloco buscou-se observar as possíveis contribuições do guia para o planejamento docente. Para tanto, caso a resposta fosse afirmativa o professor deveria expor de que maneira essa contribuição foi percebida.

Para concluir, a ficha de avaliação trouxe uma questão destinada a comentários, sugestões e críticas ao material avaliado. No próximo capítulo apresenta-se e discute-se os resultados coletados.

CAPÍTULO III- Resultados e Discussão

Os resultados aqui expostos estão descritos de acordo com a organização dos instrumentos de coleta de dados, ou seja, da entrevista e das fichas avaliativas, na testagem e na avaliação respectivamente.

3.1 Testagem do guia

Após o compartilhamento do Guia com o professor P1, a elaboração do planejamento e a execução das aulas, em entrevista, ao ser questionado sobre as principais dificuldades no ensino da evolução, o professor aponta os conceitos cotidianos já estabelecidos pelos alunos, como o principal obstáculo para a compreensão científica:

“O principal obstáculo, que é diagnosticado na primeira aula é o pré conceito que o aluno tem de acordo com a ideia de evolução... o aluno entende que evoluir é progredir, não uma situação que é selecionada...”

Este entrave percebido pelo professor e também relatado por inúmeros autores (CARNEIRO, 2004; GOEDERT, 2004; MELLO, 2008; SEPÚLVEDA et al., 2008; GASTAL, 2009; OLEQUES, 2011; OLIVEIRA, 2011; ARAUJO, 2012; GOEDERT, 2013) nos remete à necessidade de formação docente voltada para a compreensão e busca de alternativas para o trabalho em sala de aula considerando estes pré-conceitos.

A carência neste entendimento tão amplo leva o professor a introduzir os conceitos científicos como *evolução, seleção e adaptação* sem considerar que se tratam de conceitos igualmente usados no contexto social dos alunos e que precisam ganhar nova lógica no ensino de ciências, sendo ressaltadas a lógica científica e as particularidades da teoria evolutiva. Essa ausência de se considerar as ideias dos alunos no ensino de evolução biológica é perpetuada também nos livros didáticos, segundo uma pesquisa de Araújo (2012): “As obras não intermediam a mudança conceitual, uma vez que não consideram as etapas de conscientização e desequilibração, indo direto a familiarização, ou seja,

introduzindo diretamente o conhecimento científico, sem propor aos alunos a crítica do próprio pensamento e a geração de conflitos cognitivos” (ARAÚJO, 2012, p.64)

Este entendimento pressupõe que o docente compreenda as especificidades da teoria evolutiva e dos mecanismos biológicos assim como a dinâmica na construção do conceito a ser ensinado, orientando no sentido de diferenciá-lo de outros conceitos não-científicos.

De acordo com o professor entrevistado (P1), o guia “Vamos falar de evolução” o auxiliou no planejamento de suas aulas apontando o primeiro módulo do guia “Observação, Curiosidade, Conhecimento - Como surgem as ideias científicas”, importante para compreensão da ciência como campo de conhecimento específico e com uma linguagem própria, como afirma:

“Eu achei interessante aqui você coloca né a questão da linguagem científica, é importante você desmistificar o que é científico e o que não é científico... Ta até aqui no meu planejamento a primeira aula é introdução ao pensamento evolutivo e desmistificação dos conceitos de evolução...Então essa primeira aula aí você traz no guia pra chamar atenção do professor pra desmistificar primeiramente esses conceitos de evolução...foi bem legal o que você fez”

Oliveira e Bizzo (2009) ao pesquisarem estudantes de escolas de educação básica perceberam a necessidade de distinção das formas de conhecimento, como afirmam:

Parece essencial que os alunos entendam como distinguir as diferentes formas de conhecimento que buscam explicar as origens do universo e da vida. Discussões sobre a natureza da ciência podem contribuir para a compreensão das características do conhecimento científico, com base em uma análise de como o conhecimento é desenvolvido (OLIVEIRA, 2009, p. 117).

O estudo da história da ciência é fundamental para que o professor tenha embasamento para este tipo de discussão. Entender como a ideia evolutiva surgiu, modificando aos poucos uma visão fixista da vida, passando para uma visão de transformação da vida e progresso das espécies para uma visão de transformação da vida e evolução das espécies, permite ao professor compreender melhor as ideias dos alunos que seguem essa mesma dinâmica. Essa verificação nos remete ao segundo obstáculo apontado pelo professor (P1):

“Outro obstáculo que não pra mim, mas eu acredito que pros demais professores, é a questão de você ter que realmente estudar, estudar e planejar, construir ponto a ponto: essa aula eu vou trabalhar isso, pra aula que vem eu ir trabalhando dessa forma...os conceitos...Eu tive a possibilidade de trabalhar o conteúdo de evolução em um bimestre inteiro...”

As colocações apresentadas pelo professor, demonstram a compreensão da importância do planejamento para a organização do ensino. Como nos lembra, Castro,

O planejamento deve ser usado nas resoluções de problemas e nas escolhas dos caminhos a serem percorridos partindo do senso comum até atingir as bases científicas. É o plano de aula que dá ao professor a dimensão da importância de sua aula e os objetivos a que ela se destina, bem como o tipo de cidadão que pretende formar. (CASTRO,2008, p.60)

Para que haja um planejamento que oriente as ações em sala de aula é preciso que os docentes se dediquem de fato aos estudos referentes ao tema e à natureza da ciência. Como afirma o professor este pode se configurar em um obstáculo, uma vez que professores que não se dedicam à esses estudos acabam reproduzindo uma visão simplista de ciência ou até mesmo omitindo conteúdos que, por crenças pessoais, são vistos como conflituosos, como é o caso da evolução biológica:

“O que eu tenho muita dúvida por exemplo, a minha amiga ela trabalha em uma escola que tem bastante professores que são religiosos dentro da escola e eles acabam, às vezes, negligenciando alguns pontos da teoria da evolução por questões pessoais; a mim não porque não tenho problema nenhum com religião.”

Um professor que negligencia um tema central da ciência que ensina reflete a visão distorcida do conhecimento científico que paira sobre todas as esferas sociais, inclusive entre cientistas. A ideia de ciência imutável e de conhecimento absoluto é um entrave que não possibilita compreender a necessidade de frequente formação e reflexão docente sobre conteúdos trabalhados. Como afirma Pérez,

As concepções dos docentes sobre a ciência seriam, pois, expressões dessa visão comum que os professores aceitariam implicitamente devido à falta de reflexão crítica e a uma educação científica que se limita, com frequência, a uma simples transmissão de conhecimentos já elaborados- retórica de conclusões (PÉREZ,2001,p. 135).

Ainda que não compreendesse a falta de fundamentação como obstáculo pessoal, o professor assinala os apontamentos do segundo módulo *“A biologia e a transformação da vida”* como importante para reflexão docente acerca da natureza do conhecimento evolutivo e suas relações com a sociedade:

“A partir dessa apresentação aqui (recepção da teoria), eu trouxe pra mim, pra eu entender como que foi a recepção da teoria da evolução quando foi proposta né, lá no philozophie zoologic, certo?! E depois na origem das espécies, então eu trouxe pra mim, não que eu teria que trabalhar com meus alunos, porque eu trabalhei bem pouco com os alunos essa questão da recepção, mas deixei bem claro que Lamarck foi um precursor, assim....a biologia deve muito a ele...porque em uma sociedade fixista, os seres eram imutáveis e você propor uma coisa diferente, há uma resistência muito grande, isso em qualquer lugar, qualquer assunto novo vai ter uma resistência muito grande, mas isso não desqualifica ele. Acho que nessa parte da recepção é necessário o professor perceber a importância da precursão transformista porque Lamarck pouco falava de girafa, só que quando você analisa qualquer material didático, em qualquer questão que se refere a evolução, tem o esquema da girafa. O professor ele tem que estudar, tem que saber o contexto histórico, quando que isso foi formado, eu acho que esse papel se tornou um livro porque ele traz muito mais informações do que só um guia né?! Porque no guia da USP não traz isso, traz conceitos, isso, isso e isso.”

Traz ainda a questão curricular como possível entrave no ensino da biologia evolutiva:

“Eu entendo que uma das principais dificuldades é que a evolução devia entrar lá no primeiro ano para o aluno, porque a evolução ela vai permear todos os ramos da biologia, a zoologia, a botânica, a genética, então o aluno...depois lá no primeiro ano se ele tem esses conceitos, quando ele chega lá em zoologia, e ele ver as transformações dos organismos, quais são as características que vão aparecer, aí ele vai conceituar mais, por que isso é uma das dúvidas que ficam na cabeça deles quando a gente vai trabalhar a evolução já no terceiro ano propriamente dito.”

Os pontos trazidos pelo professor corroboram a preocupação de diversos autores (OLIVEIRA, 1995; PIOLLI e DIAS,2004; NAVARRO E MOTOKANE,2009; ZAMBERLAND,2009) sobre a organização do currículo escolar. A evolução biológica ser trabalhada apenas no último ano da terceira etapa da educação básica, faz com que não cumpra seu papel fundamental de ideia integradora dos conteúdos biológicos. Como ressalta Bizzo,

Deslocar esse assunto para outras posições nos currículos poderia beneficiar abordagens mais amplas, que tratassem da macroevolução e evitassem ou, ao menos, tirassem um pouco do foco sobre questões específicas acerca da dinâmica de genes em populações e ao longo de gerações. Isso poderia tornar o assunto mais coerente e adequado para os aprendizes. (BIZZO,1991)

A fala do professor reflete ainda a intenção do guia acerca da importância de problematizar o conteúdo ampliando o contexto de aplicação dos conceitos trabalhados.

“Você traz umas sugestões aqui...que é a problematização inicial, e você ainda traz uns títulos pra essa problematização...então eu tentei buscar trazer pros alunos esse tipo de problematização pra ele conceituar pra mim, pra ver como ele tenta resolver esse problema, como que ele acha que tá acontecendo ali nessa população...aí eu tenho uma referência do que eles sabem...e aí das três turmas que eu trabalhei se eu fizer uma análise assim de porcentagem, 98% resolve esse tipo de problema com uma ideia Lamarckista, de que o indivíduo, ele consegue se transformar de acordo com a situação que ele tem. Aí a partir disso, toda a minha aula foi construída para desmistificar essa questão...que o ambiente não vai induzir, ele é apenas um fator selecionante, na teoria.”

Quando demonstra preocupação pelos conceitos trazidos pelos alunos e a problematização como forma de fazer com que o estudante questione sua realidade social e possa refletir sobre formas de explicá-la, o professor permite a passagem entre um campo de conhecimento baseado na experiência imediata para um conhecimento construído historicamente e socialmente.

Na busca de consolidar a construção de tais conceitos com os alunos, o professor relata que com o uso do Guia proposto, o mesmo obteve experiência positiva com a utilização da simulação nas suas aulas sobre a evolução:

“Então, tem uma coisa que dá muito sucesso, é você trabalhar com simulação...você não colocou aqui...se colocou eu não vi. O aluno ele consegue entender melhor e visualizar quando ele participa daquilo, então eu trabalhei com aquela simulação que chama “o jogo dos tentilhões” que é baseado nos cliptacídeos, o jogo dos cliptacídeos e ele aí ele foi reproduzido pra cá como o jogo dos tentilhões...Foi super legal...uma participação imensa de todo mundo e eles conseguiam a partir dali observar, primeiramente, a variação entre as espécies, simulada pelos materiais que a gente coloca e como essa variação vai se comportar no ambiente, aí você trabalha questão de deriva, a

questão da divergência, a questão da competição...Então em uma simulação você consegue trazer todo o conteúdo de evolução pra uma aula, na prática.....e o aluno sempre vai retomar aquilo...toda aula que voltava, você traz a simulação pro aluno, ele conseguia lembrar...inclusive uma questão da prova, o aluno conseguiu voltar lá na simulação e retomar...porque existe uma variação nas espécies que é dada por mutação e recombinação, a gente consegue explicar isso com sucesso. E as situações problemas também que sempre tem na minha aula...você colocou aqui, são importantes. Agora por último o que vou aplicar é o mapa conceitual, aí você vai ligando um conceito com outro...”

A partir destes relatos e do planejamento montado, o professor demonstra sua busca por um ensino de evolução biológica significativo e como o material utilizado foi ao encontro de suas preocupações durante o planejamento.

À medida que os obstáculos encontrados no ensino muitas vezes dizem respeito a falta de base epistemológica sobre essa ciência, o que leva a confusões conceituais e teóricas, buscamos contemplar no guia apontamentos que procuraram suprir tais obstáculos.

Estas referências foram utilizadas pelo professor de forma subjetiva e de acordo com seus conhecimentos e práticas o auxiliaram em um planejamento fundamentado teoricamente que levou em consideração as particularidades da biologia enquanto ciência, quando busca diferenciar conceitos e campos de conhecimento, as abordagens experienciais, quando valoriza a vivência da simulação no processo de aprendizagem e a problematização dos conteúdos, quando os utiliza para caracterizar o processo e realizar uma conexão com a tecnologia e a sociedade.

3.2 Avaliação do guia

3.2.1 Bloco 1- Caracterização dos avaliadores

As tabelas 1 e 2 trazem os resultados sobre a caracterização dos professores avaliadores. As questões dizem respeito ao gênero, idade e local de atuação.

Tabela 1- Gênero, idade e local de atuação dos avaliadores

Avaliadores	Gênero	Idade
P2	Feminino	38
P3	Feminino	26
P4	Feminino	44

Nota-se que é um grupo estritamente feminino, porém representa diferentes faixa etárias. Também neste bloco foram investigadas as áreas e o tempo de formação, assim como o tempo de docência.

Tabela 2- Área de formação, tempo de formação e de docência dos avaliadores

Avaliadores	Área de formação	Tempo de formação	Tempo de docência
P2	Licenciatura Plena em Ciências Biológicas	16 anos	16 anos
P3	Licenciatura Plena em Ciências Biológicas	5 anos	4 anos
P4	Ciências Físicas e Biológicas	21 anos	20 anos

Todas as avaliadoras apresentam experiência como docente de acordo com o tempo de formação de cada uma, variando entre 5 e 21 anos. P2 e P3 apresentam formação inicial em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas e P4 em Ciências Físicas e Biológicas.

3.2.2. Bloco 2- Aspectos técnicos do guia

Este bloco incluiu cinco opções de respostas a serem escolhidas pelos avaliadores. De modo geral, percebeu-se que a maior parte das respostas referentes a este bloco estão distribuídas entre os itens *Ótimo* e *Bom*. O item *Regular* foi pouco utilizado e os itens *Ruim* e *Péssimo* não foram empregados. Totalizaram 12 avaliações *ótimo*, 13 avaliações *bom* e 2 avaliações *regular* para os aspectos técnicos do guia. No quadro 1 trazemos os resultados da avaliação dos aspectos técnicos do guia.

Quadro 1. Resultado da avaliação dos aspectos técnicos da ferramenta pedagógica

Item Avaliado	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Organização clara e coerente	1	2			
Isenção de erros de revisão e/ou impressão		2	1		
Fotos, esquemas e desenhos apresentando fontes, datas e outras informações necessárias ao crédito.	1	2			
Legibilidade gráfica para o nível de escolaridade a que se destina.	3				
Adequação das fotos às finalidades para as quais foram utilizadas.	2	1			
Apresenta as ilustrações ou imagens de forma correta e atualizada.	1	1	1		
Oportuniza o contato com diferentes linguagens e formas de expressão.		3			
Apresenta linguagem acessível	3				

Articulação texto e imagem.	1	2			
-----------------------------	---	---	--	--	--

Observa-se regularidades nas respostas nos itens “Legibilidade gráfica para o nível de escolaridade a que se destina” e “Apresenta linguagem acessível” com 3 avaliações *ótimo* e no item “Oportuniza o contato com diferentes linguagens e formas de expressão” com 3 avaliações *bom*. Observou-se discrepância nas avaliações no item “Apresenta as ilustrações ou imagens de forma correta e atualizada” que apresentou 1 avaliação *ótimo*, 1 avaliação *bom* e 1 avaliação *regular*. Os outros itens mostram respostas variadas entre as opções *ótimo* e *bom*.

Analisando estes resultados percebemos que a maior parte das respostas estão concentradas no item *bom* e em segundo lugar no item *ótimo* nos mostrando, assim, que o guia atende aos aspectos técnicos segundo os professores avaliadores, embora alguns itens mereçam atenção. Para a versão final, trazida neste trabalho, o guia construído passou por nova revisão.

3.2.3 Bloco 3- Aspectos pedagógicos do guia

Neste bloco as avaliações se concentraram nas opções *ótimo* e *bom*. Não houve atribuição por nenhum professor nas opções *regular*, *ruim* e *péssimo*. Na distribuição geral de respostas temos 16 avaliações *ótimo* e 5 avaliações *bom*. No quadro 2 apresentamos as avaliações dos aspectos pedagógicos do guia.

Quadro 2- Resultado da avaliação dos aspectos pedagógicos do guia.

Item Avaliado	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Nível de adequação para o Planejamento das atividades didáticas pedagógicas do ensino médio.	3				
Sequência de ideias e conteúdos oferecidos pelo livro.	2	1			
Auxilia na construção dos conceitos de forma adequada.	3				
Apresenta uma abordagem do conhecimento biológico com a valorização de uma visão interdisciplinar.	2	1			
Apresenta uma abordagem do conhecimento biológico de maneira contextualizada.	3				
Evita a utilização de metáforas e analogias que induzam a elaborações conceituais incorretas.	1	2			
Apresenta de modo correto, contextualizado e atualizado conceitos, informações e procedimentos da Área	2	1			

Encontramos regularidades nas questões “Nível de adequação para o planejamento das atividades didáticas pedagógicas do ensino médio”, “Auxilia na construção dos conceitos de forma adequada” e “Apresenta uma abordagem do conhecimento biológico de maneira contextualizada”, todas com 3 avaliações *ótimo*.

Este resultado mostra que o guia construído atingiu seu objetivo, no que diz respeito a ser uma ferramenta para auxiliar o planejamento docente e que permite abordagem contextual na construção de conceitos.

Nos itens “Sequência de ideias e conteúdos oferecidos pelo livro”, “Apresenta uma abordagem do conhecimento biológico com a valorização de uma visão interdisciplinar” e “Apresenta de modo correto, contextualizado e atualizado conceitos,

informações e procedimentos da Área”, obtivemos 2 avaliações *ótimo* e 1 *bom*. No item “Evita a utilização de metáforas e analogias que induzam a elaborações conceituais incorretas”, foram 2 avaliações *bom* e 1 *ótimo*. Evidenciando-se a necessidade de revisão destes termos uma vez que pretende-se evitar tais metáforas prejudiciais a construção de conceitos científicos.

3.2.4 Bloco 4- Utilização do guia para o planejamento

Neste bloco, a primeira questão: “Você utilizaria o guia teórico para o planejamento das atividades didático-pedagógicas sobre a evolução biológica?”, os sujeitos da pesquisa poderiam escolher entre as opções “sim” ou “não” como resposta e dizer o porquê. Todos os professores responderam “sim” e, em seguida, justificaram suas respostas:

“Compreendo que quando o professor se apropria, desenvolve e adapta o material didático e o utiliza adaptando ao contexto dos alunos a aula têm resultados mais produtivos para o professor e para o aluno. É necessário observar as possibilidades de uso destes, combinando com outras ferramentas pedagógicas, visando o desenvolvimento e aprendizado dos alunos” (P2)

“Porque auxilia na construção dos conceitos e possui uma linguagem simples e fácil” (P3)

“Apresenta importantes referências que contribuem com o conhecimento do professor na temática abordada” (P4)

As três respostas refletem a preocupação das avaliadoras com a necessidade de materiais com referências para os professores, justificando suas respostas demonstrando a utilidade do guia para cada uma. P2 comenta a necessidade de apropriação do material por parte do professor para adaptação de acordo com o contexto. Esta autonomia no processo de estudo e planejamento foi pensado durante a elaboração do guia e na organização do mesmo. P3 e P4 ressaltam aspectos como “linguagem simples e fácil” e “importantes referências”, respectivamente, como a justificativa em utilizar o guia. Demonstram assim que a questão da linguagem, pensada para facilitar o acesso a

informação, e a busca de referências externas como sites, livros, artigos, filmes, são alternativas válidas na busca de superar obstáculos no ensino de evolução.

A segunda questão deste bloco, trata dos momentos pedagógicos que os professores acreditavam ser mais apropriados a utilização do guia. Os mesmos poderiam escolher mais de uma opção entre as expostas: *Introdução da aula*; *Durante a problematização para introdução do conteúdo*; *Após a explicação do conteúdo*; *Atividade diferente em sala de aula*; *Como trabalho extraclasse*; *Outros*. Na tabela 3 estão representadas as respostas obtidas.

Tabela 3- Momentos da aula mais apropriados para utilização do guia

Momentos da aula	Avaliadores
Introdução da aula	1
Durante a problematização para introdução do conteúdo	3
Após a explicação do conteúdo	-
Atividade diferente em sala de aula	1
Como trabalho extraclasse	1
Outros	-

Houve unanimidade na escolha do item “Durante a problematização para introdução do conteúdo”, os outros itens obtiveram 1 escolha cada um, com exceção do item “Após a explicação do conteúdo” que não obteve escolha alguma. Também não houve outras sugestões de possíveis momentos.

Este resultado demonstra a visão do guia como material que possibilita a referência necessária para contextualizar e introduzir os conteúdos de evolução biológica, podendo também ser utilizado como atividade em sala de aula ou fora da mesma. Desde o início visamos a plasticidade do material, uma vez que situações diversas configuram o sistema de ensino, tanto em disponibilidade de materiais, como número de sujeitos e

tempo envolvidos no processo. Sendo assim, neste bloco, mostra-se que houve a compreensão por parte dos avaliadores desta característica do guia.

A questão 3 se referia a possibilidade de contribuições do guia no momento do planejamento de ensino dos conceitos abordados na evolução biológica. Os sujeitos poderiam escolher entre “sim” ou “não” e no caso de respostas afirmativas deveriam responder “de que maneira?”. Todas as professoras responderam “sim”, e apresentam diferentes explicações:

“Por utilizar uma abordagem do conhecimento biológico de maneira atualizada e numa linguagem facilitada” (P2)

“Fornecendo ao professor arcabouço teórico” (P3)

“Evidenciou-se como uma possibilidade de unir um conteúdo próximo à realidade dos alunos. Apresentou-se como um instrumento de ensino válido e proveitoso por apresentar uma linguagem acessível, os quais asseguram a aplicabilidade do material no processo de ensino.” (P4)

As respostas nos levam a considerar as seguintes possibilidades, vistas pelos avaliadores, de como utilizar o guia no seu planejamento: Como fonte de conhecimento atualizado, percepção de P2 que vai ao encontro com a opinião da P3 que vê no guia um arcabouço teórico possível de utilização pelo professor e como forma de aproximar o conteúdo e a realidade do aluno, como ressalta P4.

O fator da linguagem, citada mais de uma vez pelos avaliadores, como *acessível, facilitada, simples e fácil*, somado a tentativa de disponibilizar referências diversas no guia como livros, artigos, sites, filmes e box com informações complementares podem fazer com que os docentes apresentem essas opiniões sobre a acessibilidade do material.

Ao final deste bloco, foi solicitado aos avaliadores que realizassem comentários, sugestões e críticas ao material disponibilizado. Foram realizados os seguintes apontamentos: Formatação de índice e subtítulos, revisão das fontes e mesma formatação dos quadros explicativos, assim como textos mais sintéticos para os mesmos. Quanto a essas sugestões, todas foram revisadas para versão final, menos as formatações de quadros e síntese dos mesmos por percebermos que são aspectos importantes para

diferenciação textual e as informações contidas têm sua relevância da forma como estão dispostas. Outros comentários disseram respeito a considerações pessoais sobre a participação na pesquisa e impressões sobre o guia avaliado, como nas falas abaixo:

“Obrigada por eu ter feito parte no processo de avaliação deste material” (P2)

“Parabéns a vocês pela construção do material. Ele vem contribuir, e muito, com a construção correta do conceito de Evolução Biológica. Gostei das referências citadas também, todas de peso. Mais uma vez parabéns pelo trabalho.” (P3)

“Ferramenta pedagógica que pode contribuir para ampliar o conhecimento dos alunos” (P4)

Os resultados apresentados neste capítulo tanto da testagem como avaliação do material desenvolvido, mostram em uma primeira análise que o guia “Vamos falar de evolução!”, pode ser considerado viável como referencial teórico para estudos e planejamento docente uma vez que aspectos como a linguagem utilizada, contextualização dos conceitos e fonte de referências foram vistos como potenciais para utilização do mesmo, tornando-se uma alternativa para o ensino de evolução biológica.

CAPÍTULO IV – Considerações Finais

Embora a metodologia empregada no presente estudo não nos permita tecer exposições de caráter geral, os dados coletados e analisados nos permitem compreender a complexidade das relações que envolvem o ensino da evolução biológica.

Nos atemos, aqui, ao aspecto da carência de fundamentação teórica e epistemológica na formação inicial e continuada do professor de biologia por considerar que os principais obstáculos relatados remetem à ausência de uma ideia coerente da ciência e do conhecimento evolutivo nesta perspectiva. Tal aspecto gera uma série de obstáculos ao ensino, uma vez que o professor necessita compreender a origem e dinâmica da ciência afim de melhor orientar os alunos na construção adequada do conhecimento científico acerca da evolução.

Este trabalho, teve por objetivo, portanto, a elaboração, testagem e avaliação de um guia didático que permita ao docente um referencial teórico para embasamento e planejamento de aulas sobre a evolução biológica e a verificação de sua efetividade junto a um docente da educação básica.

Os relatos apresentados pelo professor (P1) evidenciam a necessidade de atenção à formação docente uma vez que corroborou os estudos por nós analisados no que diz respeito a natureza dos obstáculos percebidos, desde os conceitos pré-estabelecidos, a formação docente e a organização curricular.

Os dados demonstraram a relevância do material desenvolvido como auxílio na superação de tais obstáculos. Os três módulos apresentados, ao serem estudados, geraram reflexões sobre o conteúdo trabalhado. Ao serem utilizados de maneira subjetiva no planejamento analisado, evidenciaram a flexibilidade do material desenvolvido já que este foi utilizado tanto para o estudo na complementação do conhecimento do professor, na disposição deste conhecimento em um planejamento coerente com a atividade científica e na utilização das sugestões propostas de material de pesquisa.

Consideramos que a sequência planejada e aplicada pelo professor, com auxílio do guia elaborado, mostra uma visão interessada em procurar alternativas ao ensino pontual e superficial da evolução biológica. Este ensino, como vimos, é reflexo, entre outros

aspectos, da falta de base teórica e material didático disponível aos professores, tanto na formação como no exercício de suas funções no que diz respeito à natureza do conhecimento trabalhado e às metodologias e práticas pertinentes à ele, sendo um guia, portanto, uma alternativa viável.

É preciso ressaltar o papel fundamental dos sujeitos envolvidos no processo de elaboração de currículos, materiais didáticos e planejamentos de ensino para um ensino de evolução pautado na construção do saber científico.

Gostaríamos de considerar também que perante a necessidade de leitura, estudos e compartilhamento por parte do professor na realização desta pesquisa, nos deparamos com dificuldades em encontrar profissionais dispostos a participar do processo até a sua finalização. A falta de valorização profissional e a pouca disponibilidade de tempo, podem ter sido alguns dos fatores vinculados a falta de interesse dos professores em busca de estudos e reflexões mais coerentes com a prática pedagógica.

Para isso destacamos mais uma vez a necessidade de engajamento de todos os sujeitos envolvidos com estas práticas, sobretudo, o professor. Trabalhar com a formação cidadã e a formação científica requer responsabilidade e compromisso ético de nossa parte e a valorização da profissão docente. A compreensão da natureza científica e da evolução biológica como conhecimento capaz de transformar a visão de nós mesmos, dos outros seres e do meio que nos cerca, tem grande potencial para mudanças individuais e sociais.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Leonardo Augusto Luvison. Obstáculos à compreensão do pensamento evolutivo: análise em livros didáticos de Biologia do ensino médio. Porto Alegre, UFRGS, 2012.
- BIZZO, Nelio Marco Vincenzo. Ensino de Evolução e História do Darwinismo. 1991. Tese (Doutorado em Educação) -Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1991. Bizzo (1991).
- BRASIL. SECRETARIA DE ENSINO FUNDAMENTAL. Parâmetros curriculares nacionais. MEC, 1999.
- CACHAPUZ, Antonio; GIL-PEREZ, Daniel; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de; PRAIA, João; V.VILCHES, Amparo. A necessária renovação do ensino das ciências. 2005.
- CARNEIRO, Ana Paula Netto. A Evolução Biológica aos olhos de professores não licenciados. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, UFSC, Florianópolis, 2004
- CASTRO, Patricia Aparecida. P. P.; TUCUNDUVA, Cristiane Costa; ARNS, Elaine Mandelli. A importância do planejamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. Revista científica de educação, v. 10, n. 10, 2008.
- CICILLINI, Graça Aparecida. A evolução enquanto um componente metodológico para o ensino de Biologia no 2º grau. Educação e Filosofia, Uberlândia, v. 7, n. 14, p. 17-37, 1993.
- DAWKINS, Richard; WONG, Yan. A grande história da Evolução: na trilha dos nossos ancestrais. Companhia das Letras, 2009.
- DE LIMA TAVARES, Marina. Argumentação em salas de aula de biologia sobre a teoria sintética da evolução. Belo Horizonte, UFMG, 2009.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. Metodologia do ensino de ciências. 1990.
- DOS SANTOS, Wildson Luis; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. Ciência & Educação, 7, 95–111 (2001).
- FUTUYMA, Douglas Joel. Biologia evolutiva. 2. ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1997

GASTAL, Maria Luiza; GOEDERT, Débora; CAIXETA, Fábio Viegas et al. Progresso, adaptação e teleologia em evolução: o que aprendemos, o que entendemos e o que ensinamos? VII ENPEC, 2009.

GOEDERT, Lidiane. A Formação do Professor de Biologia na UFSC e o Ensino da Evolução Biológica. Dissertação de Mestrado. UFSC, 2004.

GOEDERT, Lidiane; LEYSER, Vivian; DELIZOICOV, Nadir Castilho. A formação do professor de biologia na UFSC e o ensino da evolução biológica. Revista Contexto & Educação, v. 21, n. 76, p. 13–41, 2013.

HOFSTEIN, Avi; AIKENHEAD, Glen; RIQUARTS, Kurt. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. International Journal of Science Education, v. 10, n. 4, p. 357-366, 1988.

KRASILCHIK, Myriam. O professor e o currículo das ciências. Editora Pedagógica e Universitária, 1987.

LEITE, Raquel Crosara Maia et al. A produção coletiva do conhecimento científico: um exemplo no ensino de genética. 2004.

LOMBROZO, Tania, Anastasia Thanukos, e Michael Weisberg. “The Importance of Understanding the Nature of Science for Accepting Evolution”. *Evolution: Education and Outreach* 1.3 (2008): 290–298. *CrossRef*. Web.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli EDA. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion. O que é vida? Zahar, 2002

MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. A árvore do conhecimento. Campinas: Psy, 1995.

MAYR, Ernst. Isto é biologia: a ciência do mundo vivo. Companhia das Letras, 2008.

MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida. História da construção do conceito de evolução biológica: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de Biologia. 2004.

MELLO, Aline de Castilho. Evolução biológica: concepções de alunos e reflexões didáticas. 2008. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, PUC-RS, Porto Alegre, 2008.

MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. Evolução: o sentido da biologia. Livraria UNESP, 2005.

MOREIRA, Marco Antônio. O professor-pesquisador como instrumento de melhoria do ensino de ciências. Em aberto, v. 7, n. 40, 2007.

MOREIRA, Marco Antonio. Negociação de significados e aprendizagem significativa. Ensino, Saúde e Ambiente, v. 1, n. 2, 2008.

MORGANTE, João Stenghel (Ed.). Evolução, ciência e sociedade. Sociedade Brasileira de genética, 2002

MORTIMER, Eduardo Fleury. Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

NETO, Jorge Megid; Fracalanza, Hilário. O LIVRO DIDÁTICO DE CIÊNCIAS: PROBLEMAS E SOLUÇÕES Science textbooks: problems and solutions. Ciência & Educação9, 147–157 (2003).

OLIVEIRA, D. L. Evolução: um fio condutor para os conhecimentos biológicos. In: 1º Ciclo de Debates sobre o ensino de Biologia na UFSC. Florianópolis: 1995.

OLIVEIRA, Graciela da Silva; BIZZO, Nelio. Aceitação da evolução biológica: atitudes de estudantes do ensino médio de duas regiões brasileiras. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 11, n. 1, p. 57-79, 2011.

OLEQUES, Luciane Carvalho; BARTHOLOMEI-SANTOS, Marlise Ladvocat; BOER, Noemi. Evolução biológica: percepções de professores de biologia. Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias, v. 10, n. 2, p. 243-263, 2011.

PÉREZ, Daniel Gil et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. Ciência & Educação (Bauru), v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

PIOLLI, A.; DIAS, S. Escolas não dão destaque à evolução biológica. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico, Campinas, 10 jul. 2004

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRAIA, João; CACHAPUZ, Antonio; GIL-PÉREZ, Daniel. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. Ciência & Educação, v. 8, n. 1, p. 127-145, 2002.

PRAIA, João; GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

RIBEIRO, Manuel Gustavo Leitão; LARENTIS, Arianne Leites; CALDAS, Lúcio Ayres et al. Teoria Darwinista da Evolução: identificação de concepções teleológicas entre estudantes do primeiro período de graduação em Ciências Biológicas. In: *Anais, III Encontro Nacional de Ensino de Biologia (III ENEBIO) e V Congresso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales*. [s.l.: s.n.], 2010, p. 1–11.

ROMA NAVARRO, Vanessa; MOTOKANE, Marcelo. Evolução biológica nos livros didáticos de biologia do ensino médio. in *Enseñanza de las ciencias* 3014–3018, 2009.

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. *Instrumentação para o ensino de ciências*. Campo Grande: UFMS, 2010.

SELLES et al. *Ensino de Biologia- História, Saberes e Práticas Formativas*. EDUFU, 2009.

SEPULVEDA, Claudia; EL-HANI, Charbel Niño. Quando visões de mundo se encontram: religião e ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em ciências biológicas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 9, n. 2, p. 137–175, 2004.

SEPÚLVEDA, Claudia; MORTIMER, Eduardo Fleury; EL-HANI, Charbel. Construção de um perfil para o conceito de adaptação evolutiva. In: MORTIMER, E. F. (Org), 2007, Florianópolis. *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2008.

SILVA, Cibelle Celestino. *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. Livraria da Física, 2006.

TIDON, Rosana; LEWONTIN, Richard. *Teaching evolutionary biology*. *Genetics and Molecular Biology*, 2004.

TEIXEIRA, Flávio Martins; DE OLIVEIRA COSTA, Leandro; DA CUNHA, Paula Leite. Reflexões acerca das diferentes visões de alunos de ensino médio sobre a origem e diversidade biológica. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 17, n. 1, p. 115–128, 2011.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. *A formação social da mente*. Trad. José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. 7ªed. –São Paulo: Martins Fonseca, 2007.

ZAMBERLAN, Edmara Silvana; Silva, Marcos Rodrigues. *O evolucionismo como princípio organizador da biologia*. *Temas & Maizes* 8, 27r41, 2009.

Apêndice I- Guia Teórico “Vamos falar de evolução!”

VAMOS FALAR DE EVOLUÇÃO!!

Larissa Pedroso Reis
Débora E. Pedrotti Mansilla



Fonte: <http://hypescience.com/o-que-evolucao/> (2014)

Carta aos professores

Caros colegas, este guia foi desenvolvido pensando nas dificuldades que encontramos ao procurar referências e métodos para o ensino de evolução biológica.

Esta proposta vem ao encontro da relevância que tal temática exerce na biologia uma vez que articula inúmeras áreas e conteúdos da mesma, fornecendo um caminho explicativo para a diversidade e os modos de vida, assim como vem reconhecer a importância ética desta discussão no cotidiano e nas relações que os seres humanos estabelecem com o meio em que vivem. Por meio da fundamentação teórica procuramos dar suporte para que você possa trabalhar esta ideia de forma mais coerente com sua construção científica, não perdendo de vista a dimensão crítica da mesma.

O presente guia está organizado em três módulos: o primeiro trata da natureza do conhecimento científico a fim de aproximar a educação em ciências da atividade científica e levar à reflexão sobre a dinâmica do conhecimento produzido. O segundo traz considerações acerca da construção da ideia de evolução biológica dentro do contexto científico mostrando como a mesma foi moldada ao longo dos últimos séculos trazendo uma nova consciência sobre o meio e alterando a dinâmica da sociedade desde suas origens, no século XIX. Finalmente, o terceiro módulo propõe alternativas de se trabalhar a evolução biológica em ambientes educacionais.

Para utilização deste guia, algumas considerações devem ser tomadas. Os conteúdos dos módulos devem ser entendidos como temáticas que, a nosso ver, são essenciais e devem guiar o ensino da evolução biológica. Ao planejar suas aulas, ou momentos de educação informal, o professor deve decidir a melhor maneira de trabalhar tais temáticas. Trazemos ideias e sugestões entendendo que as condições de ensino variam e com elas as atividades e métodos que serão utilizados. Cabe dessa forma ao professor responsável, em posse do conhecimento a ser ensinado, a escolha da melhor maneira de compartilhá-los em cada situação de ensino.

Boa leitura e Vamos falar de evolução!!

Sumário

INTRODUÇÃO	50
<i>O que é a evolução biológica?</i>	50
Capítulo 1- Mas afinal, o que faz a ciência?!	51
<i>Observação, Curiosidade, Conhecimento – Como surgem as ideias científicas?</i>	51
CAPÍTULO 2 - A biologia e a transformação da vida	56
<i>Construindo uma ideia</i>	56
<i>A descendência com modificação e a seleção natural</i>	60
<i>E além...</i>	69
Capítulo 3 -Sugestões para planejamento	75
<i>Como Planejar</i>	75
Sugestão de Atividades	76
Orientações sobre como articular conteúdos biológicos em uma perspectiva evolutiva	79
<i>Perspectiva única, comparada e histórica.</i>	80
Referências:	84

INTRODUÇÃO

*O que é a evolução biológica?*¹

A evolução biológica diz respeito às transformações que ocorrem nas espécies ao longo do tempo, assim como a origem de adaptações e grande diversidade presentes na natureza. Quando passamos a nos questionar sobre o que vemos, sobre a variedade de formas e comportamentos da vida, estamos refletindo sobre o *status* atual de diferentes linhagens que foram moldadas pela evolução desde o surgimento da vida. Dessa forma, a evolução orgânica é uma propriedade emergente dos seres vivos. Um fenômeno inerente a dinâmica criativa e surpreendente da vida há pelo menos 3,4 bilhões de anos.

A ciência que a estuda abarca conhecimentos de diversas áreas como a paleontologia, biologia, geologia e biogeografia na busca de entender os mecanismos e processos que resultam na diversidade que observamos. Sendo assim, é necessário um olhar amplo e integrador para perceber a especificidade de cada área assim como as relações entre elas.

Como se trata também de uma ciência onde os processos estudados compreendem uma escala temporal muitíssimo grande estando fora da percepção direta que temos da natureza, devemos olhar estes conhecimentos como narrativas históricas sobre a vida que escrevemos a partir do que observamos hoje e os registros que conseguimos observar do passado. Sendo assim, ao trabalhar a evolução biológica no contexto da educação científica a centralidade deve ser esse conhecimento construído ao longo dos séculos e a forma como este tem implicações diretas na maneira como nos percebemos e percebemos a natureza a nossa volta.

¹ MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. *Evolução: O sentido da biologia*. Unesp, 2005;
MAYR, Ernst. *Isto é biologia: a ciência do mundo vivo*. Editora Companhia das letras, 2008.

Capítulo 1- Mas afinal, o que faz a ciência?!²

Observação, Curiosidade, Conhecimento – Como surgem as ideias científicas?

Temos sempre em mente a imagem de cientistas malucos vestidos em seus jalecos fazendo grandes descobertas em seus laboratórios. Habitualmente a forma como concebemos a ciência em nosso cotidiano e em sala de aula faz parecer que este cenário é a essência da produção do conhecimento desconsiderando a natureza da pesquisa e do processo de desenvolvimento científico. Infelizmente costuma-se lidar com o conhecer e o conhecimento de modo fragmentado e estático, não favorecendo uma visão coerente do trabalho científico e distanciando o que está nos livros da realidade deixando apenas informações sem sentido e a visão do homem do jaleco.

Essa visão ahistórica e descontextualizada do conhecimento científico geralmente é acompanhada de uma abordagem absolutista da ciência, na qual o que se produz e se veicula constitui a verdade sendo este o único e melhor caminho para se conhecer a realidade e o mundo em que vivemos. Ideias deste tipo podem levar a negação de determinado conhecimento por incompatibilidade com o senso comum, crenças e experiências do sujeito.

² CACHAPUZ, Antonio et al. A necessária renovação do ensino das ciências. 2005; FUTUYMA, Douglas J. (Ed.). Evolução, ciência e sociedade. Sociedade Brasileira de Genética, São Paulo 2002; MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana. Editorial Psy, 1995; MAYR, Ernst; ANGELO, CLAUDIO. Isto é biologia: a ciência do mundo vivo. Editora Companhia das Letras, 2008. MORTIMER, Eduardo Fleury. Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências. UFMG, 2000

Enquanto campo explicativo de construção humana, a ciência vai na contramão

ATENÇÃO, PROFESSOR!!

A questão da linguagem científica é de extrema importância no ensino da evolução biológica, levando em consideração que a palavra *evolução* compreende inúmeros significados que podem levar a falsas interpretações da teoria. Na linguagem comum utilizamos a palavra *evolução* no sentido de progresso, desenvolvimento e melhoria. Quando aplicamos estes significados em nossa interpretação da teoria biológica somos levados a falsas ideias como a de superioridade entre uma espécie e outra. Na linguagem científica, ou seja, no campo de explicação construído pelos cientistas, a palavra *evolução* não significa melhoria e progresso com alguma finalidade, mas sim, remete ao processo de transformação inerente aos seres vivos em sua variedade de interações com o meio. Termos como *adaptação*, *seleção natural* e inclusive a própria palavra *teoria* também merecem atenção. Dessa forma, faz-se necessário ficarmos atentos ao tratar das palavras, termos e conceitos científicos que se discutem em sala de aula e que também são utilizados em outros contextos pelo estudante.

Ver mais em:

A árvore do conhecimento, Maturana e Varela, 1995

História da construção do conceito de evolução biológica, Meghioratti, 2004

Isto é biologia, Erns Mayr, 2008

Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências, Mortimer, 2000

deste estereótipo, refletindo os avanços do homem na busca de compreender e se relacionar com o que o cerca à partir dos seus sentidos, vivências, técnicas e imaginação. Sendo assim é dinâmica e possui uma história que deve ser respeitada no ensino de ciências uma vez que um dos objetivos deste é a introdução do sujeito em uma forma particular de gerar explicações com métodos e conhecimentos específicos que foram e permanecem sendo construídos continuamente.

Segundo os biólogos chilenos Humberto Maturana e Francisco Varela (1995), a ciência constitui um caminho explicativo, dependente de uma metodologia, **linguagem**, história e questões próprias. Assim como a ciência, os autores reconhecem outros caminhos explicativos, mas estes terão suas próprias metodologias, linguagem e questões. Essa noção da natureza científica é de extrema importância no ensino de evolução biológica, uma vez que um dos principais obstáculos a sua aceitação é a crença de que há apenas um caminho explicativo e verdades absolutas sobre os fatos que observamos. Dessa forma, conteúdos que, como a evolução,

se encontram relacionados e apresentam – por conta da visão errônea derivada da má interpretação e desconhecimento- incompatibilidade com concepções culturalmente aceitas, tendem a ser rejeitados e não compreendidos. Entender a ciência como um campo explicativo e não como detentora de verdades absolutas, abre espaço para aceitação de outras formas de explicar a realidade sem tirar o mérito de nenhuma delas.

A formulação de explicações pela ciência, consiste na realização de observações, descrição de fatos, realização de experimentos, inferências e proposições para explicar o que se vê e se questiona. Trabalha-se inicialmente com hipóteses e à medida que os fatos dão suporte a elas, vão sendo reforçadas e se consolidando como a melhor explicação.

É comum pensarmos em *teorias* no sentido habitual do cotidiano que geralmente está relacionado com conjecturas e suposições com fundamento incerto, mas na ciência a *teoria* não é apenas uma opinião e sim um conjunto de conhecimento bem estabelecido capaz de explicar determinado fenômeno. Segundo o The Oxford English Dictionary, teorias são “uma hipótese que foi confirmada ou estabelecida por observação ou por experimentação e é proposta ou aceita como justificativa dos fatos conhecidos; uma afirmação das leis, princípios ou causas gerais de alguma coisa conhecida ou observada”.

No caso da biologia, as observações, questões e ideias que buscavam explicar os seres vivos em sua composição, desenvolvimento e comportamento levaram a percepção da unidade dos seres vivos em sua composição e padrões de desenvolvimento assim como da grande diversidade viva e extinta e da estreita relação entre forma, comportamento e ambiente. A *teoria da evolução biológica*, segundo a qual descendem todos os seres vivos de uma forma de vida ancestral e passamos por diversos processos de transformação ao longo de bilhões de anos, consiste em um conjunto de princípios e mecanismos elaborados ao longo dos últimos séculos para explicar estas constatações sobre a vida. Para Futuyma (2002), a Teoria da Evolução é até o momento a melhor explicação, uma vez que resistiu e resiste aos testes tendo melhor poder explanatório. Segundo ele,

Nenhuma hipótese científica diferente da descendência comum com modificações consegue elucidar e fazer previsões a respeito da unidade, diversidade e propriedades dos organismos vivos. Nenhuma outra hipótese sobre a origem da diversidade biológica é respaldada por provas tão esmagadoras e nenhuma hipótese concorrente gera tamanha riqueza de estudos científicos e tem tantas implicações para as Ciências Biológicas e suas aplicações para as necessidades da sociedade. (FUTUYMA,2002,p.66)

Para Mayr (2008), em 1859 quando Charles Darwin expôs suas ideias sobre a transformação das espécies e origem comum, elas foram consideradas *teorias*, porém com a grande quantidade de evidências que apoiam essas *teorias* juntamente com a falta de contra evidências, têm levado os biólogos a aceitarem tais *teorias* como *fatos*.

Dessa forma, a biologia enquanto ciência da vida, assim como outras ciências, têm caráter dinâmico. O conhecimento que temos hoje não é absoluto, neutro e fruto de um único gênio uma vez que é continuamente construído, dependente do contexto de cada época, estando sujeito a erros de interpretação, sofrendo influências e influenciando aspectos da sociedade.

Conhecer a história por trás das teorias é essencial para essa compreensão da ciência uma vez que permite visualizarmos o contexto de proposição e aceitação das mesmas, assim como ampliarmos o perfil de conceitos que abarcam determinada ideia.

Nos próximos módulos propomos esse mergulho histórico no caminho explicativo da ciência sobre a transformação da vida, mostrando como essa ideia surge no pensamento científico e se desenvolve dentro do mesmo, ganhando status de Teoria da Evolução Biológica,

tida como unificadora de todo o conhecimento biológico, assim como suas implicações no desenvolvimento científico e na sociedade. Esta abordagem procura se aproximar de uma educação que leve em consideração a natureza do conhecimento trabalhado afim de que o sujeito se aproxime do caminho científico de gerar explicações podendo compreender como se desenvolveu e desenvolve o conhecimento e o que ele tem a ver com isso, superando visões distorcidas da ciência e do conhecimento científico.

Vale a pena ver também...

- *Teoria fato ciência in Isto é biologia: a Ciência do mundo vivo. Ernst Mayr pg.92*
- *Apêndice 1- Evolução: Fato, Teoria, Controvérsias Futuyma pg.66 in Morgante, João Stengh (Ed.). Evolução, ciência e sociedade. Sociedade Brasileira de genética, 2002*
- *O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania, Praia; Gil-Pérez e Vilches, 2007*
- *Série “Cosmos- a Spacetime Odyssey”- Série de documentários científicos do ano 2014 que versam sobre os mistérios do universo e a busca da ciência em explica-los. Com episódios muito didáticos, traz exemplos, imagens e explicações sobre os mais diversos temas. Estaremos nos referenciando a alguns episódios especialmente úteis para compreensão de temas aqui expostos, mas desde já recomendamos a série completa como uma ótima fonte de estudos e discussão tanto para o professor como para os estudantes. Para este módulo inicial, sugerimos o episódio 13 que traz uma bela reflexão do trabalho científico, suas limitações e potencialidades. Os episódios podem ser facilmente encontrados em sítios da internet para download ou visualização online. Seguem dois:*
- <http://www.filmesonlinegratis.net/assistir-cosmos-a-space-time-odyssey-todas-as-temporadas-dublado-legendado-online.html>
- <http://megafilmeshd.net/series/cosmos-a-space-time-odyssey.html>

CAPÍTULO 2 - A biologia e a transformação da vida ³

Construindo uma ideia

Ao longo do desenvolvimento humano e do conhecimento sobre o mundo natural muitas explicações foram concebidas na busca de entendermos o que nos rodeia. Teorias relativas à origem e história da Terra e dos astros, sobre a natureza dos seres vivos assim como sua diversidade de formas e comportamentos despertaram a curiosidade de seres humanos desde os tempos mais longínquos. Algumas destas, serviram como arcabouço teórico para o surgimento e posterior desenvolvimento da Teoria da Evolução Biológica.

Os humanos primitivos explicavam os fenômenos observados através de uma abordagem inteiramente conectada com a natureza, atribuindo a ela divindades, sendo o maior objeto de adoração e respeito. Embora não se tenham muitos registros desse conhecimento, para Mayr (1998), essa tradição teve forte influência nos pensadores gregos permitindo o desenvolvimento da filosofia e da ciência primitiva.

Dentre os pensadores gregos o que mais se distingue em relação aos estudos sobre seres vivos, é Aristóteles (384-322 a.C.), pioneiro no estudo sistemático de diversas áreas, como as análises descritivas e comparativas dos seres, da história de vida de várias espécies, da reprodução e da diversidade orgânica.

Apesar de hoje ser reconhecido como fundamental para a biologia evolutiva, uma vez que a história natural, fundada por ele, supre as evidências indiretas básicas da evolução, como descrição e comparação de espécies, no período em que vivia, e durante um longo período depois dele, não havia espaço para se pensar a evolução biológica. Segundo Mayr, 1998,

³ BIZZO, Nelio Marco Vincenzo. **Ensino de evolução e história do darwinismo**. 1991. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo;
CARROLL, Sean B. **Infinitas formas de grande beleza: como a evolução forjou a grande quantidade de criaturas que habitam o nosso planeta**. Zahar, 2006.;
FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva: Sociedade Brasileira de Gené-tica**. **Biologia Evolutiva: Sociedade Brasileira de Gené-tica**, 1992.
MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion. **O QUE É VIDA?** Zahar, Rio de Janeiro, 2002; MAYR, Ernst. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Ed. UnB, 1998.; MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. **Evolução: o sentido da biologia**. Unesp, 2005; <http://www.ib.usp.br/evosite/>;

Havia a ausência de um conceito de tempo, e se tem havido uma ideia de tempo, era a de uma eternidade imutável, ou a de uma mudança cíclica constante-contínua, retomando sempre ao mesmo princípio. Existia o conceito de um Kosmos perfeito. Existia o essencialismo, que é completamente incompatível com o conceito da variação ou mudança. Tudo isso teve que ser abalado e demolido, antes que se pudesse pensar na evolução. (MAYR,1998, p.347)

É fácil conceber que inicialmente existiu uma visão de mundo jovem e fixo ligado ao senso comum, pois é o tipo de conhecimento intuitivo derivado de nossas observações superficiais e a noção de tempo. No entanto, a partir do século XVII, evidencia-se no estudo da origem e transformação dos astros por Pierre Simon Laplace (1749-1827), do sistema solar, por Immanuel Kant (1724-1804) e no estudo da formação do relevo e da Terra por James Hutton (1726-1797) um movimento contrário, um movimento que evidencia a mudança contínua. O princípio incontestável, de que os seres e a natureza são constantes e inalterados, gradualmente passa a ser questionado e leva a crer em um mundo antigo e dinâmico onde a natureza, as espécies, paisagens e tudo que envolve a vida se transformam.

Como todo conhecimento científico, este que permitiu uma nova visão da natureza, foi construído por observações, métodos e questionamentos específicos de diversos cientistas ao se questionarem, por exemplo, sobre a idade da terra, a existência de fósseis, a relação entre as formas, o comportamento e a distribuição das espécies.

Os estudos da vida, neste momento, também abrem espaço para o transformismo, sendo o trabalho de Georges – Louis Leclerc, conde de Buffon (1707- 1788) notável por conceber a mudança como inerente aos seres vivos. De acordo com Mayr (1998) ele teve uma enorme influência liberal no pensamento contemporâneo, em áreas tão diferentes como a cosmologia, o desenvolvimento embrionário, as espécies, o sistema natural, e a história da Terra. Buffon reuniu ao longo de sua vida o conhecimento que retratou na obra “*Historie Naturelle, Génêrelle et Particulière*” (1749-1789), uma enciclopédia dividida em 44 volumes, onde analisa os reinos animal, vegetal trazendo um novo paradigma, mais plástico e flexível para a história natural.

Ao refletir sobre a origem do planeta Terra, Buffon concebia uma origem remota de 70.000 anos onde os planetas seriam detritos de uma colisão entre um cometa e o sol. A Terra teria então passado por diversas fases entre um planeta extremamente quente e seco, tempos de resfriamento, e o que conheciam então. Essa noção de maior espaço tempo e de

transformação representava um pensamento novo na sociedade e abre caminho para se repensar os processos naturais, como a transformação das espécies.

Buffon propôs uma teoria para a origem e transformação das espécies, baseada na geração espontânea de diversas formas de vida, simples e complexas, nos oceanos da Terra primitiva por um “molde interno” de cada espécie. Com o resfriamento da Terra e a migração desses seres para outros ambientes e climas, novos moldes e alterações foram gerando novas formas de vida. Uma espécie de gato ancestral, por exemplo, teria se modificado à medida que conquistaram diferentes ambientes dando origem à diferentes felinos.

Embora as teorias de Buffon não apresentassem explicações claras para os processos propostos e sejam baseadas em ideias há muito tempo desacreditadas na ciência, elas representam uma visão plástica da natureza e dos seres vivos, um olhar fundamental para se pensar na evolução das espécies. Uma vez que concebe mudanças ao longo do tempo e a influência do ambiente nas espécies, Buffon esbarra em ideias evolucionistas e influencia toda uma geração de naturalistas com suas ideias.

Erasmus Darwin (1731-1802) avô paterno de Charles Darwin também reforçou o pensamento transformista ao escrever sobre a existência de um ancestral comum, a herança de caracteres adquiridos e o papel do ambiente, da competição e da seleção sexual na transformação das espécies. Seus pensamentos teriam grande influência nas posteriores análises de seu neto e na elaboração de um mecanismo evolutivo.

De todos os pensadores, porém, o que mais se destacou no contexto pré-darwiniano foi Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829), naturalista francês primeiro a propor uma forma clara de explicação acerca da transformação das espécies em sua obra *Philosophie zoologique* (1809).

Enquanto Buffon acreditava na geração espontânea de formas complexas, Lamarck trabalhava com a ideia da geração espontânea de formas simples de vida. Sendo essa geração constante, os seres que vemos hoje com diferentes graus de complexidade representariam o tempo decorrido: os mais complexos teriam surgido há mais tempo e os menos complexos

seriam mais recentes. Segundo ele os seres inferiores e primitivos teriam origem constantemente através da geração espontânea- **ideia aceita e comum na época, erroneamente creditada a Lamarck**- e em uma sequência progressiva se tornariam mais complexos a cada geração. Como não conseguiu

ATENÇÃO, PROFESSOR(A)!!

É importante considerar no ensino da evolução, o caráter histórico da construção científica. É habitual, encontrarmos em livros a ideia de que Lamarck estava errado enquanto Darwin estava certo. As ideias não aceitas hoje em dia e creditadas a Lamarck, na verdade além de também terem sido utilizadas por Darwin, eram predominantes no pensamento científico da época, como por exemplo, a ideia de herança dos caracteres adquiridos. Sendo assim, não existe melhor ou pior cientista e percebemos a não neutralidade científica, uma vez que o pensamento coletivo e o que se discute na sociedade da época influencia muito o que se pesquisa dentro da ciência e as ideias que geramos a partir disso. Lamarck foi um grande biólogo e contribuiu de diversas formas na consolidação desta área de conhecimento.

demonstrar essa sequência de aumento de complexidade diante da infinita diversidade de espécies, acrescentou a sua ideia original o papel do ambiente. Ele seria responsável por gerar desvios no arranjo linear da evolução, gerando alterações nas necessidades dos organismos refletidas em sua morfologia. Lamarck utiliza dentre alguns exemplos as membranas interdigitais de aves aquáticas que com a intensificação do uso da área afim de melhor se locomover no ambiente começaram a desenvolver tais estruturas. Da mesma forma ocorreria com o pescoço da girafa e no caso das cobras, a perda das pernas estaria relacionada com o desuso das mesmas em ambientes estreitos e úmidos. Para Lamarck, o meio ambiente e suas mudanças geravam necessidades nos organismos. Esta era suprida pela aquisição ou perda de órgãos combinada com a herança de caracteres adquiridos, tendo como produto final a adaptação.

A ideia de Lamarck, pressupõe aperfeiçoamento das espécies de modo que algumas seriam mais evoluídas que outras. Sua hipótese, apesar de explicar as mudanças em uma linhagem, não é bem-sucedida em explicar as incríveis adaptações dos mais diversos organismos e a multiplicação das espécies.

Apesar da obra de Lamarck representar o primeiro esforço de sistematizar ideias evolutivas na ciência, passaram-se mais de cinquenta anos até a ideia de evolução orgânica ser aceita. O forte paradigma criacionista-essencialista não permitia ideias inventivas, mas ainda assim existia uma grande onda de pensamento evolutivo naquela época. Segundo Mayr (1998)

A gradativa melhoria dos registros fósseis, os resultados da anatomia comparada, o surgimento da biogeografia científica, e muitos outros desdobramentos na ciência biológica, contribuíram para tomar o pensamento evolucionista cada vez mais palatável. Mas isso não significou que as teorias explicativas lamarckianas, do século XVIII, se tenham tomado mais aceitáveis. (MAYR, 1998 p.403)

Ainda assim, Lamarck apresenta grande mérito na biologia evolutiva, uma vez que sua teoria era oposta ao movimento predominante que acreditava em um mundo estático, aceitando e incorporando ideias consistentes de mudança evolutiva, baseadas em evolução gradual e uniformitarismo progressivo, sendo um claro precursor de Darwin.

A descendência com modificação e a seleção natural

Diante deste cenário que abriu espaço para o pensamento sobre a transformação das espécies, o pensador que marca esse período de forma mais intensa é o naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882). Viajando durante cinco anos no navio de expedição topográfica Beagle (1831-1836), realizou coletas, observações e anotações acerca dos seres vivos ao redor dos continentes. De acordo com Mayr (2008), durante a viagem Darwin entra em contato com os escritos de Charles Lyell (1799-1875) e começa a pensar sobre a mutabilidade da natureza.

De volta da expedição Darwin começa, em 1837, a sistematizar as informações coletadas e percebe que os tentilhões das Ilhas Galápagos que ele pensou se tratarem de uma mesma espécie na verdade apresentavam variações e representavam espécies diferentes de acordo com a ilha que habitavam o que leva o naturalista a hipótese de que as diferentes espécies derivam de variações de uma espécie comum. Da mesma forma observou semelhanças entre a fauna e a vegetação da costa sul americana e africana levando-o a crer cada vez mais na modificação das espécies e no papel do ambiente nesta transformação. Em

busca de consolidar suas ideias, Darwin trabalha nos 20 anos seguintes afim de não só reunir evidências da evolução mas propor um mecanismo para as mudanças evolutivas, segundo DiMare, raciocinando do conhecido para o desconhecido em um modelo ideal de indução científica. O que diferencia a teoria darwiniana das existentes antes dele, é justamente a enorme quantidade de evidências coletadas de diversas áreas e a grande capacidade do mesmo em realizar inferências e propor mecanismos para dar suporte para suas hipóteses de origem comum e seleção natural.

Inicialmente sua teoria leva em consideração a observação do registro fóssil, a distribuição geográfica das espécies, anatomia e embriologia comparadas e a modificação de organismos domesticados. Para ele a hipótese que explica tais observações é o de que os seres vivos compartilham um ancestral comum tendo se diversificado e gerado as inúmeras linhagens que vemos hoje. Para explicar o mecanismo evolutivo, ou seja, o processo que levava às transformações e adaptações dos organismos, Darwin considerou o *Ensaio sobre Populações* (1798) de Thomas Malthus em que falava sobre a dinâmica de crescimento populacional e escassez de recursos. Segundo El-Hani e Meyer (2005) para Darwin se todas os indivíduos exercem ao máximo seu potencial fértil haveria uma saturação que não observamos na natureza, dessa forma pressupôs que deveria haver algum tipo de controle natural que mantivesse o equilíbrio entre populações e recursos. Para ele esse controle se daria pela sobrevivência e reprodução diferenciadas, onde os indivíduos mais aptos a sobreviver e se reproduzir em determinado ambiente deixariam mais descendentes. Este é o

princípio da *seleção natural* que poderia não apenas gerar modificações dentro das espécies como ser responsável pelo surgimento de novas espécies.

A seleção natural foi descrita independentemente por outro naturalista britânico, **Alfred Russel Wallace (1823- 1913)** que chegou à uma ideia bastante similar à de Darwin a partir de observações coletando espécimes biológicos na América do Sul e no arquipélago malaio. Apesar de frequentemente esquecido, o trabalho de Wallace foi apresentado juntamente com o ensaio de Darwin sobre a seleção natural em uma reunião da Linnaean Society de Londres em 1º de Julho de 1858 e ele é justamente considerado o co-descobridor do principal mecanismo evolutivo. De acordo com Futuyma (2002) esta primeira apresentação não teve muita resposta do meio científico e em 1859 Darwin publica sua síntese de amplo alcance,

Pouco se fala da vida deste personagem. É interessante perceber os contextos diferentes que levaram a formulação de, basicamente, a mesma teoria do mecanismo evolutivo. Segundo Browne (2006), Wallace vem de um contexto bem diferente de Darwin. Sem renda pessoal, autodidata e com exímio poder de observação, ganhava a vida coletando espécimes para vender a museus e colecionadores em diferentes lugares do mundo e por isso estava na rede de relações de Darwin que se interessava por aves do arquipélago malaio. Embora vivessem em realidades distintas, os dois liam as mesmas obras como Lyell e Malthus e tomaram deles as mesmas noções de transformação gradual e sobrevivência diferencial. Darwin construiu uma teoria consistente e profunda, porém, Wallace não deve ser visto como sua sombra e sim como um cientista que contribuiu efetivamente na estruturação de um arcabouço teórico que transformou os referenciais da humanidade sobre a origem da vida. A contribuição de Wallace, assim como de outros cientistas preteridos ou esquecidos só chegará às salas de aula se forem trabalhadas e valorizadas durante a formação dos professores de Ciências Biológicas, tendo como eixo norteador a História da Biologia.

Sobre a Origem das Espécies que trazia duas teses separadas: “que todos os organismos descenderam com modificação a partir de ancestrais comuns, e que o principal agente de modificação é a ação da seleção natural sobre a variação individual”.

Sendo assim, a evolução para Darwin era um processo *variacional* e não *transformacional* como o de Lamarck, por exemplo. Os organismos não se tornariam mais complexos em uma sequência de transformação linear a partir de seres primitivos, mas se modificariam a partir de ancestrais comuns à medida que variações aleatórias dentro das populações conferissem mais chances ao indivíduo portador de sobreviver e se reproduzir. Não haveria uma intenção dos organismos em se transformarem, tampouco um agente seletor no ambiente, apenas

variações que em alguns casos poderiam conferir vantagem e dessa forma serem perpetuadas na população. Essa dinâmica a longo prazo levaria à substituição da população original e a formação de novas espécies.

Muitos autores de diversas vertentes discutiram o trabalho de Darwin, suas influências e implicações sob o contexto social. O biólogo Nelio Bizzo (1991) comenta em sua tese intitulada, *Ensino de Evolução e História do Darwinismo*, o trabalho de quatro destes cientistas e pensadores que discutiram as ideias darwinianas.

O biólogo e pensador liberal Emanuel Radl (1873-1942), analisa o contexto social e político da teoria darwiniana. Para Radl, as idéias econômicas de Adam Smith e Thomas Malthus exerceram grande influência na obra de Darwin. Analisou a obra dividindo-a em partes principais: *Sobre o método- onde baseia o método darwiniano na busca de fatos sobre novas variedades de seres vivos- Sobre a origem das variações- seriam a influência do meio, a influência indireta dos órgãos reprodutores e mudanças de costumes*. Embora essas ideias fossem desacreditadas, Radl faz uma exposição interessante sobre a influência do pensamento darwiniano em diversos campos de conhecimento como astrologia, geologia, química, linguagem, pedagogia, política e a própria biologia. Nesta, ressalta o novo enfoque dado a busca da diversidade, a embriologia e a anatomia comparada, a geração espontânea, reprodução e biogeografia.

O pensador John C. Greene (1953), que se dedicou ao estudo da biologia, discute o que é ciência, o significado do *darwinismo* e debate sua correspondência com uma revolução científica baseada nas ideias de Thomas Kuhn (1922-1996). Segundo Bizzo, (1991), Greene considera a existência de sete formas gerais de se entender o darwinismo: Como teoria da evolução; Teoria da evolução através de variação aleatória; Luta pela existência e seleção natural; Teoria da seleção natural versus teorias rivais; Filosofia da ciência; Darwinismo social; Visão de mundo. Ao analisa-lo como uma revolução científica, verifica que apesar de a teoria kuhniana explicar aspectos do desenvolvimento da história natural e da teoria evolutiva, ela não pode ser utilizada como modelo conceitual para explicar o darwinismo uma vez que não apresenta os princípios previstos por Kuhn de anomalias e crises e o caráter não cumulativo de um novo paradigma. A descendência com modificação e a ideia de transformação das espécies proviam de pensadores anteriores a Darwin e seus conceitos de seleção natural e de

mecanismos hereditários não eram suficientes para orientar novas pesquisas. O novo paradigma surgiria a partir de 1930 e a síntese moderna, não fazendo parte do arcabouço do darwinismo.

O marxista Robert Maxwell Young (1935), ao se dedicar ao estudo da biologia, analisa o darwinismo sob uma ótica social, percebendo as repercussões e metáforas como “luta pela sobrevivência, “sobrevivência do mais apto”. Para Young não haveria distinção entre o darwinismo e o darwinismo social uma vez que ideias dominantes na sociedade, são científicas e um âmbito influencia o outro mutuamente.

Ernst Mayr (1972) explicita as contribuições de Darwin chamando de “revolução darwiniana” com seis pontos principais: as ideias sobre a idade do planeta Terra foram profundamente reformuladas a partir do trabalho biológico de Darwin , o catastrofismo deixou de ser uma teoria aceitável, do ponto de vista científico, a ideia de uma evolução pré-programada foi deixada de lado, o criacionismo foi definitivamente abandonado como única explicação possível, o nominalismo e o essencialismo cederam lugar ao pensamento populacional e o antropocentrismo foi abandonado como modelo de referência ao pensamento.

Para analisar as contribuições de Darwin, Mayr (1998) subdivide a obra em cinco componentes principais:

1. A evolução ocorre: organismos evoluem ao longo do tempo
2. Os seres vivos compartilham um ancestral comum
3. A variação dentro da espécie origina diferenças entre espécies
4. A evolução se dá por mudanças graduais na população
5. A seleção natural é o mecanismo subjacente à mudança evolutiva:

a. Todas as espécies têm alta fertilidade

b. Populações apresentam tamanho estável

Essas duas premissas levam a noção de que há algum tipo de controle, uma vez que as populações não se proliferam infinitamente.

c. Aumento da disponibilidade de recursos não acompanha população

Dessa forma pressupõe-se que o controle deriva da competição entre os indivíduos. Os próximos pontos explicam o que determina os sobreviventes.

d. Populações apresentam variabilidade

e. Parte dessa variabilidade é herdável

f. Parte da variação ocorre em características que alteram as chances de sobrevivência e reprodução

Dessa forma existe uma dinâmica de sobrevivência e reprodução diferenciadas dentro das populações, significando simplesmente que os indivíduos com **características** que conferem vantagem em determinado ambiente sobreviverão até uma idade suficiente para se reproduzir e passarão adiante estas características. Não há um agente seletor no ambiente escolhendo indivíduos melhores ou mais capazes. Apenas indivíduos diversos biologicamente em interações diversas e contínuas com o ambiente, onde alguns terão mais chances de sobreviver e deixar descendentes.

Para Mayr, as cinco teorias constituiriam o darwinismo. Segundo ele tanta confusão sobre o teor do trabalho de Darwin se deve ao fato de levarem em consideração apenas alguns desses componentes, assim como o aspecto anti-determinístico que parece ter sido o cerne da discordância com o mecanismo.

Apesar da descendência com modificação ser aceita por grande parte da comunidade científica poucos anos depois de sua proposição devido ao seu poder explicativo evidente, a seleção natural como mecanismo da evolução foi amplamente rejeitada. Para o autor, a seleção natural seria o aspecto mais celebrado da teoria. Como processo dividido em duas etapas, sendo uma primeira aleatória e a segunda determinística, teria sido motivo de discordância sobre o mecanismo, assim como o peso dado aos processos aleatórios, motivo de discordâncias até os dias atuais. Como afirma Bizzo, "...a seleção natural é, a um só tempo, um processo aleatório- não podemos saber quais as novas combinações que aparecerão nas novas gerações- e determinístico- os melhores adaptados de cada geração sobreviverão mais e terão mais descendentes"(BIZZO,1991,p.83) .

Conforme Futuyma (2002) o impacto científico da descendência com modificação, porém, gerou base conceitual para o estudo da morfologia comparada, embriologia descritiva, paleontologia e biogeografia, uma vez que a partir dela pode-se pensar os seres vivos de modo a relacioná-los em uma história comum.

A ideia central na teoria da evolução que revela a relação existente entre todos os seres vivos, trouxe além de grande impacto na sociedade devido ao conflito com o senso comum uma reestruturação dentro da própria biologia. A ciência que, até então, se ocupava em estudar e classificar a vida por meio de descrição de estruturas e processos passa agora a trabalhar sob uma nova perspectiva, passa a analisar a ligação entre os seres, seu grau de parentesco, reconstruir ancestrais comuns e uma vez que a evolução ocorre continuamente, passam a estudar aspectos das populações e dos ambientes atuais afim de perceberem a dinâmica evolutiva.

A *filogenia* surgiu como nova área na biologia em busca de estabelecer as relações evolutivas entre os seres a partir da anatomia comparada e, mais tarde, com a ajuda da biologia molecular e o incremento da paleontologia foi possível reconstruir a árvore filogenética dos seres vivos.

As dificuldades em explicar a origem das variações e como podem ser transmitidas às gerações futuras constituíram, porém, geraram grande entrave a aceitação da teoria que só foram sanadas com a elucidação da biologia molecular no século XX.

ATENÇÃO, PROFESSOR(A) !!

Segundo pesquisas no ensino de evolução, percebe-se um movimento na aprendizagem de conceitos centrais parecido com o movimento histórico da construção da teoria evolutiva: Os alunos (e até os professores) têm uma tendência a aceitarem a evolução das espécies como uma escada onde os seres primitivos estão na base e os mais complexos no topo, o que se aproxima da visão lamarckista de progressão linear das espécies. Dessa forma, é importante que o professor tenha conhecimento das principais características que distinguem as duas teorias para auxiliar os alunos a ampliarem essa concepção de evolução na direção de uma ideia que hoje aceitamos cientificamente, a qual se aproxima da visão darwiniana que pressupõe uma origem comum e a aleatoriedade e seleção natural como responsáveis pela transformação das espécies. O professor deve utilizar recursos visuais, como o diagrama abaixo retirado de Meyer e El-Hani, 2005 e pode exemplificar as diferenças entre uma teoria e outra ao estudar casos sob as duas perspectivas destacando o papel do ambiente em cada abordagem.

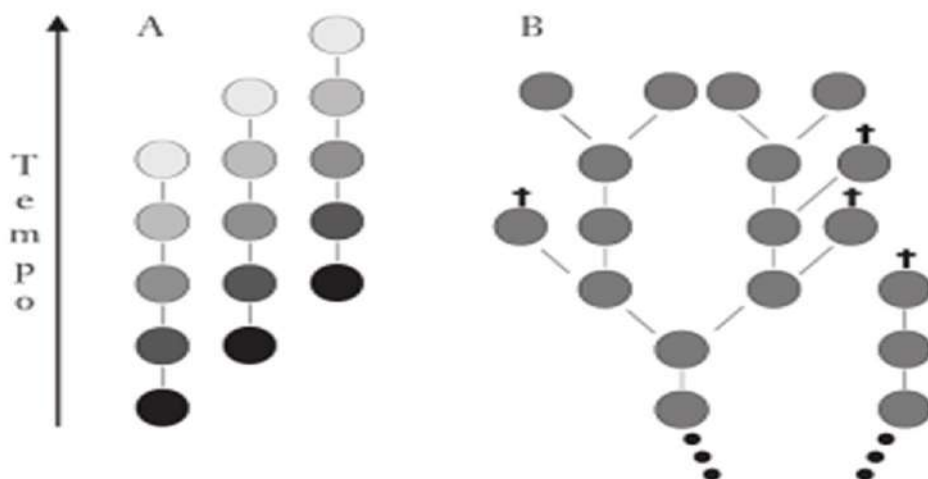
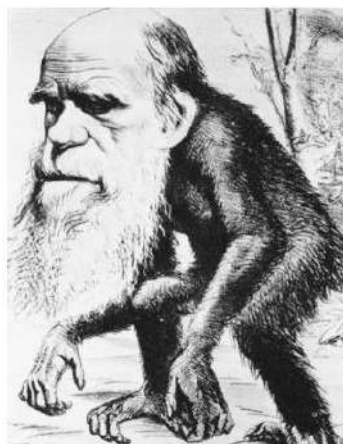


FIGURA 1. ARRANJO LINEAR DE ESPÉCIES, SEGUNDO LAMARCK (A), E NA FORMA DE ÁRVORE, SEGUNDO DARWIN (B). AS CORES MAIS CLARAS EM (A) INDICAM ESPÉCIES PROGRESSIVAMENTE MAIS COMPLEXAS.

Pare e pense!

A recepção da Teoria e os mal-entendidos da ciência

A teoria de Darwin causou grande alvoroço na Inglaterra vitoriana principalmente pelo fato de trazer a ideia de origem comum e parentesco entre todas as espécies em uma sociedade estritamente antropocêntrica e com o pensamento ainda fixista. Suas ideias aparentemente contradiziam as escrituras bíblicas e o paradigma de fragmentação da natureza onde o homem seria um ser vivo superior por ser criado a imagem e semelhança de um Deus e toda a natureza estaria, portanto, a seu dispor. Quando a teoria da evolução darwiniana vem à tona em 1859 coloca em cheque todos esses preceitos gerando diversos mal entendidos. O primeiro, que persiste até os dias de hoje, diz respeito à descendência dos homens a partir dos macacos. Darwin foi duramente criticado e satirizado (caricaturas como a mostrada abaixo foram divulgadas em diversos panfletos e revistas de comédia da época) sendo que na verdade sua teoria nos diz que os homens e macacos atuais teriam um *ancestral comum* do qual os dois grupos divergiram e não que um evoluiu do outro. Todas as espécies existentes hoje são igualmente evoluídas, não podendo uma ter descendido da outra. Outro mal entendido consistiu no movimento de levar para a esfera social uma interpretação desonesta da ciência que reforçava preconceitos e dominação. O darwinismo social, como ficou conhecido, teve muitos adeptos e pregava a superioridade de determinada “raça” (conceito inadequado biologicamente uma vez que não há diferença genética entre os diversos seres humanos suficiente para classifica-los em raças distintas) e classe social na busca de uma sociedade mais evoluída. Essa visão deturpada levou a experiências humanas terríveis assim como grande massacre em nome desses ideais. Estes são apenas alguns exemplos de como a atividade científica e o conhecimento por ela gerado podem surtir efeitos desastrosos na sociedade. Cabe-nos refletir em sala de aula, enquanto professores de ciência, até que ponto os cientistas têm responsabilidade sob suas descobertas e o papel central da educação no processo de transposição fiel desse conhecimento para a sociedade afim de minimizar mal entendidos e ações erroneamente pautadas na ciência.



Publicação em *Fun*

Magazine, Novembro de 1872 Retirado de <http://www.rc.unesp.br/biosferas/0051.php>

E além...

Após o alvoroço durante a segunda metade do século XIX com a popularização das ideias evolucionistas e as constantes discussões científicas sobre qual seria o mecanismo evolutivo, a natureza das variações e sua transmissão, o século XX chega trazendo novas ideias e conceitos capazes de dar luz a estas questões.

Foi a partir da elucidação e integração dos conhecimentos em genética com os mecanismos da seleção na década de 30 que o darwinismo ganha de volta seu lugar na comunidade científica. A *Síntese Moderna da Evolução*, que inaugurou uma nova era, o *Neodarwinismo*, foi construída devido aos esforços e estudos de diversos cientistas em áreas como a genética, que renasce no início do século, a paleontologia, sistemática e biogeografia.

Segundo Futuyma (1992), Ronald Aylmer Fisher (1890-1962) no seu *The Genetical Theory of Natural Selection* (A teoria genética da seleção natural), de 1930 e J.B.S. Haldane (1892-1964) com a obra *The Causes of Evolution* (As causas da evolução), de 1932, desenvolveram a teoria da mudança de frequência gênica sob seleção natural e mostraram que pequenas diferenças seletivas poderiam causar mudanças evolutivas. Sewall Wright (1889-1988) por sua vez, trouxe em seu livro *Evolution in Mendelian Populations* (Evolução em populações mendelianas) de 1931 a ideia de que não apenas a seleção natural atua nas mudanças evolutivas mas também fenômenos como endocruzamento, fluxo gênico e os efeitos do acaso. Ernst Mayr (1904-2005) escreveu em seu *Systematics and the Origins of Species* (Sistemática e a Origem das Espécies) de 1942, sobre a natureza da distribuição geográfica e da especiação utilizando os novos conhecimentos em genética. George Gaylord Simpson (1902-1984) em *Tempo and Mode in Evolution* (Tempo e Modo em Evolução) de 1944, levou para a paleontologia os mecanismos genéticos discutidos por Fisher, Haldane e Wright mostrando como as taxas evolutivas e a origem dos principais grupos podiam ser analisados por técnicas derivadas dos pressupostos da síntese moderna. Estes e outros cientistas como Theodosius Dobzhansky (1900-1975) e Julian Huxley (1887-1975), foram responsáveis pela síntese de diversas áreas da biologia em uma explicação coerente da evolução e sua divulgação no meio científico.

Sendo assim, o amplo conhecimento genético que ilustra o século XX, foi responsável por dar luz aos principais conceitos controversos da teoria darwiniana, elucidando a origem das variações e sua transmissão. Para Futuyma (1992), os princípios fundamentais da síntese evolutiva são:

1. A variação genética surge através de mutações ao acaso e recombinação
2. As populações evoluem por mudanças nas frequências gênicas trazidas pela deriva genética aleatória, fluxo gênico e, especialmente pela seleção natural
3. A maior parte das variantes genéticas adaptativas apresentam pequenos efeitos fenotípicos individuais
4. A diversificação vem através da especiação, a qual ordinariamente acarreta a evolução gradual do isolamento reprodutivo entre populações
5. Esses processos, quando continuados por tempo suficientemente longo, dão origem a mudanças em níveis taxonômicos superiores

Ao encontrarem um caminho para explicar a origem das variações e os mecanismos de transmissão das mesmas, novos pressupostos foram incluídos na Teoria da Evolução: As variações agora podiam ser explicadas pelas mutações e recombinações genéticas. Se estas conferissem efeitos positivos, ou seja, aumentassem as chances de sobrevivência e reprodução do indivíduo, conseqüentemente seriam transmitidas à sua prole e pelos mecanismos de deriva e fluxo genético e não apenas, mas principalmente, pela seleção natural. Tais variações no nível micro se espalhariam levando estes indivíduos ao isolamento reprodutivo e à especiação que podem ser observadas no nível macro nas diferenças entre as espécies.

No século XX também foi possível mais um reforço para a ideia da origem comum proposta por Darwin uma vez que o avanço dos métodos, instrumentos e modelos permitiu conhecer uma porção cada vez menor da vida. A elucidação da natureza molecular do material genético permitiu conhecer mais de sua tradução e transmissão. Entrando cada vez mais na célula e nos seres unicelulares a unidade da vida fica mais óbvia: compartilhamos com todos

os seres sejam eles bactérias, protistas, fungos, plantas ou os outros animais, processos moleculares básicos e o mesmo código genético, ou seja, o mesmo mecanismo de transformação de moléculas de ácido nucleico em moléculas de proteína. A partir deste código praticamente universal (hoje sabe-se que ele não é tão universal assim uma vez que a mitocôndria, algumas bactérias e protistas apresentam uma variação deste) as mais diversas formas de vida foram moldadas.

A compreensão do material genético trouxe inicialmente um alvoroço no sentido de que se esperava encontrar a fórmula dos seres vivos e o que acabou se revelando foi um emaranhado de funções e relações cuja completa compreensão estamos longe de descobrir. O estudo genético de diversos grupos pôde, porém, reforçar estudos evolutivos no que diz respeito às similaridades genéticas o que conferiu mais exatidão a filogenia trazendo também a possibilidade de novos métodos em medicina e na agricultura.

Ao se debruçar na unidade já observada na anatomia e embriologia comparada, a genética, a biologia molecular e a microbiologia realizaram grandes feitos no século XX. A descoberta que mitocôndrias e cloroplastos, estruturas fundamentais da vida responsáveis pela produção de energia nos seres vivos e que permitiu a evolução de seres multicelulares, tem sua origem em procariotos simbióticos primitivos, trouxe mais uma evidência para a origem comum.

A microbiologista americana Lynn Margulis (2002) elaborou a *Teoria da Endossimbiose Sequencial* onde trabalha com esta ideia e vai além mostrando como toda a evolução dos processos primordiais da vida como a fotossíntese, a respiração e a reprodução sexuada assim como os grandes grupos de seres vivos evoluíram por processos primitivos de simbiose, colocando também a cooperação como agente de variação no índice de sobrevivência entre indivíduos de determinada espécie, sendo portanto suscetível a ação da seleção natural e ao longo do tempo podendo causar evolução de processos e espécies.

A *evo-devo*, área que estuda a biologia do desenvolvimento sob uma perspectiva evolutiva, tem mostrado como o desenvolvimento embrionário pode explicar a evolução morfológica. Os avanços na genética e biologia molecular permitem agora, perceber a importância da grande rede complexa que existe desde a fecundação até o desenvolvimento completo de um ser vivo. O genoma se apresenta como um grande mosaico onde genes

polivalentes apresentam regiões reguladoras que podem ser alteradas por mutações, gerando variação da expressão de proteínas e consequente mudança morfológica que estará sujeita a seleção natural. Segundo Carroll (2006),

Ao revelar os mecanismos genéticos e embrionários subjacentes às variações, a evo-devo permite que contrastemos as vias evolutivas de diferentes grupos. Podemos agora desvendar antigos mistérios, como o mimetismo batesiano em borboletas, o melanismo em mariposas e até mesmo a evolução do tamanho e da forma dos bicos de tentilhões. Em breve teremos um panorama detalhado de muitos dos exemplos clássicos da seleção natural, e entenderemos a fundo o surgimento e a seleção das variações. (CARROLL, 2006 p.256)

Todas essas frentes de estudo que dão novos ares a temática da evolução biológica, são geralmente esquecidas em materiais para a educação básica. A abordagem dos mesmos em sala de aula configura uma forma de conferir caráter histórico e dinâmico a ciência biológica que origina e embasa a evolução biológica, permitindo melhor compreensão da mesma como construção histórica e aberta.

Pare e pense!

O lugar do ser humano na história da vida

Uma das grandes contribuições da teoria evolutiva no pensamento do homem foi justamente o novo paradigma que trouxe o reposicionamento do ser humano na natureza. Por muito tempo pensou-se nele como ser independente dos outros e da natureza e as ideias de Darwin pela primeira vez colocam o homem na mesma categoria dos outros animais e, mais ainda, dos outros seres vivos.

Quando paramos para pensar na história da vida, ilustrada por bilhões de anos pelas mais diversas criaturas, pela mudança e inconstância dos seres e dos processos biológicos e olhamos para os seres atuais, é perfeitamente concebível que estamos olhando para o resultado de um processo infinitamente maior que nós e que abarca todo o mundo vivo. A evolução humana no incrível calendário cósmico que retrata a história do universo em um calendário anual criado por Carl Sagan, o ser humano chega a terra nos últimos dez minutos antes da meia noite do último dia do ano. Nossa persistente pretensão de superioridade é jogada no ralo quando vemos que todas as formas de vida surgiram na terra antes de nós e as que vemos hoje persistiram da mesma forma ou há muito mais tempo que nós. Somos resultado dos mesmos processos naturais que guiam e guiaram a evolução de todo o mundo vivo que nos cerca.

A evolução do bipedalismo, o aumento craniano e o surgimento da linguagem nos caracterizou como seres humanos e permitiu o desenvolvimento de uma sociedade jamais vista no planeta Terra. Nossa capacidade de pensamento nos torna únicos no reino da vida: Somos a única espécie conhecida consciente de sua própria existência e capaz de refletir e conhecer outros mundos. Isso nos torna amplamente responsáveis. Infelizmente essa responsabilidade não tem sido percebida por nós, apesar da nossa recente ocupação da Terra já geramos um enorme impacto negativo no meio ambiente e nas outras formas de vida. Somos irresponsáveis com nossa própria espécie, valorizando um estilo de vida que nada tem a ver com a dinâmica natural. Nossa capacidade potencial enquanto espécie tem sido direcionada para algumas atividades icoerentes.

Precisamos repensar nosso lugar nessa história e, quanto a isso, Futuyma (1992) escreveu belas palavras:

À medida que aprendemos sobre a genética humana, passamos a avaliar melhor a uniformidade da espécie humana. À medida que estendemos as explicações científicas dentro dos domínios da biologia humana, nós ganhamos confiança- ou ficamos aterrorizados- pela conscientização de que *nosso destino como espécie depende do nosso próprio discernimento e compaixão* e não dos caprichos de uma entidade sobrenatural desconhecida. À medida que pensamos com humildade o nosso lugar na história biológica e à medida que refletimos sobre nossa origem comum com outros seres vivos, poderemos passar a perceber e a nos preocupar com aquelas incontáveis formas muito bonitas e maravilhosas. (FUTUYMA,1992)

Vale a pena ver também...

- *Obstáculos à compreensão do pensamento evolutivo: análise em livros didáticos de biologia do ensino médio, Araujo, 2012*
- *Isto é biologia: a ciência do mundo vivo, Mayr, 2008. O capítulo intitulado “Perguntas do tipo o quê?: O estudo da biodiversidade” trata de como biólogos vêm construindo e discutindo conceitos relacionados a biodiversidade ao longo dos tempos.*
- *Evolução: o sentido da biologia, Meyer; El-Hani, 2005. O capítulo 1 intitulado “A natureza instiga nossa curiosidade” trata de questões que nos permeiam ao contemplarmos a natureza.*
- *Margulis, Lynn; Sagan, Dorion. O que é vida? Zahar, 2002*
- *Reflexões acerca das diferentes visões de alunos do ensino médio sobre a origem da diversidade biológica, COSTA, 2011.*
- *Site do Instituto de biologia da Universidade de São Paulo “Entendendo a Evolução para professores” traz conhecimentos fundamentais para professores aprenderem e ensinarem evolução. Explore todas as abas mas chamo atenção para a que trata sobre os equívocos que segundo os autores “nublam o entendimento público da evolução”:*

<http://www.ib.usp.br/evosite/>

<http://www.ib.usp.br/evosite/misconcepts/index.shtml>

- *Página do site de divulgação científica Hypescience que traz matérias relacionadas a evolução biológica podendo servir como fonte de material para discussões e reflexão. Deve-se levar em conta que como um site de divulgação científica, escrito habitualmente por não especialistas, é preciso pesquisar a procedência e a credibilidade das informações, porém como fonte de temáticas gerais, abarca uma variedade de assuntos que podem ser explorados:*

<http://hypescience.com/?s=evolução>

CAPÍTULO 3 -Sugestões para planejamento

A educação formal tem por objetivo a introdução dos sujeitos no universo de ideias construídas ao longo do tempo nas mais diversas áreas, afim de permitir uma cidadania informada capaz de tomar decisões fundamentadas e de compreender a dinâmica do meio e da sociedade em que vivem.

Na educação científica essas ideias dizem respeito ao mundo natural e ao conhecimento gerado pelos pensadores da ciência para explicar tal mundo. Para Morgante (2002), um dos mecanismos para enfrentar os desafios do futuro tem sua base na compreensão do mundo pela educação. No que diz respeito ao ensino de evolução biológica pontua que deve-se investir na formação dos professores e os cursos e materiais com este objetivo “devem enfatizar o processo de investigação científica e o pensamento crítico, o progresso feito neste campo em relação a conceitos e informações e a relevância da Evolução para a vida humana e as necessidades da sociedade” (MORGANTE,2002).

Este módulo tem como objetivo partir destas premissas e juntamente com o que foi apresentado nos módulos anteriores propor maneiras de trabalharmos o conhecimento científico sobre a evolução biológica em contextos educacionais.

Como Planejar

O primeiro momento do processo de ensino sobre evolução biológica pode funcionar como uma introdução na dinâmica da atividade científica uma vez que é a partir da observação da vida que se inicia a construção da ideia evolutiva, mostrando como ao longo do tempo existiu espaço para diversas explicações sobre o mundo vivo e como foi proposta, aceita e reformulada a teoria que conhecemos hoje.

Em seguida sugerimos o estudo da unidade e diversidade da vida e a relação do tempo geológico e a evolução afim de contemplar duas grandes evidências e exemplificar os mecanismos da evolução.

Durante a generalização do conteúdo, ou seja, no momento de desdobrar o que foi estudado para além do contexto científico, buscamos apontar o alcance e as implicações do conhecimento sobre a evolução na sociedade e propor questões para reflexão.

Sugestão de Atividades

- Observando a biodiversidade

Com o objetivo de aproximar os sujeitos da biodiversidade o professor pode utilizar diversas temáticas que servirão para problematizar a diversidade biológica. Ressaltamos que o foco seja as relações entre o habitat, modos de vida e a morfologia uma vez que a diversidade que observamos resulta da interação dinâmica da vida e do meio que ela se insere. Para que os estudantes percebam estas relações como causadoras da diversidade, sugerimos a escolha de um grupo de seres vivos, de preferência que possua uma estreita relação com a cultura e a comunidade em que se insere. O professor pode escolher um único grupo de seres vivos, por exemplo de aves, e trabalhar as diferenças entre espécies e suas adaptações ou diferentes grupos, como aves e répteis, trabalhando de forma mais geral, o que os caracteriza.

Primeiramente, a observação deve ocorrer da forma mais conveniente, sendo possível realiza-las em aulas de campo ou em sala de aula com recursos multimídia ou imagens tendo o professor a responsabilidade de fornecer o maior número possível de fontes de pesquisa. Com o objetivo de problematizar a diversidade, o professor deve orientar os alunos com questionamentos como “você percebe alguma relação entre a forma do corpo e a alimentação?”, “e com o habitat em que vivem?”, “quais as semelhanças e diferenças entre os grupos?”, “como você explica essas observações?”.

Tais questionamentos que devem orientar este primeiro momento servirão tanto para os sujeitos serem introduzidos na temática da evolução por meio da prática de observação como para os professores analisarem as concepções que estes trazem sobre o tema. É o momento em que o professor pode introduzir noções históricas da ideia de evolução assim como da natureza

científica mostrando como em outros tempos a ciência explicava a diversidade com noções fixistas e como gradualmente passaram a noções evolucionistas.

- Unidade e diversidade da vida – Tempo geológico e evolução da vida

Ao analisarmos a composição química dos organismos vivos, assim como seus processos metabólicos e hereditários percebemos certos padrões e nos damos conta que apesar da inúmera variedade viva que conhecemos, existe uma singularidade que caracteriza estes seres, uma unidade que abrange todas as formas de vida. A reflexão sobre essa unidade é primordial na evolução uma vez que sua premissa básica é a ancestralidade comum.

Trabalhar com a representação de árvores filogenéticas dos grandes grupos onde novas propriedades estabelecem nova classificação pode auxiliar o sujeito a perceber a diferenciação dos grupos assim como da evolução e manutenção de características. É possível discutir aspectos de anatomia, embriologia e genética comparada, convergências, órgãos vestigiais e o estudo fóssil como forma de ressaltar a unidade da vida. A evolução de processos primordiais assim como dos grupos de seres vivos também pode ser trabalhada na perspectiva de unidade ao longo do tempo no desenvolvimento de um planeta propício a vida como conhecemos e sua consequente diversificação de acordo com a seleção natural a deriva genética e outros processos evolutivos.

O planeta como conhecemos hoje passou por inúmeras mudanças decorrentes de processos de formação geológica e composição atmosférica que permitiram o surgimento da vida e sua posterior evolução em interação com estes sistemas. Observar como a vida evolui, se extingue e se distribui de acordo com os períodos geológicos permite analisar a dinâmica dos seres vivos em sua relação com os ambientes, assim como as teorias de classificação e evolução dos grupos de organismos vivos. Sugerimos a elaboração de seminários e apresentações que exponham como as principais mudanças físicas na Terra estão relacionadas com os principais eventos na história da vida e trabalhem com o aspecto visual do conteúdo, uma vez que a dimensão temporal por ser tão abstrata para nós e necessária a evolução, necessita do máximo de recursos visuais, dispostos de maneira a facilitar a apreensão por parte dos sujeitos.

É de extrema importância que o sujeito seja capaz de perceber, por exemplo, a estreita relação entre a atividade fotossintética de seres procarióticos e a formação da

atmosfera primordial devido ao acúmulo de Oxigênio e a formação da camada de ozônio neste processo que permitiu a evolução da vida nas diversas formas que hoje conhecemos entendendo que nem os seres e nem o meio são passivos, se influenciando mutuamente em um processo ativo de coevolução que levou a evolução de células nucleadas , a multicelularidade e a grande diversificação que conhecemos.

- Questões para reflexão

A perspectiva crítica do conhecimento científico deve ser trabalhada ao longo do tratamento de todos os conteúdos, biológicos ou não, para que os objetivos de uma educação que se preocupa com a sociedade sejam alcançados de modo que sujeito seja capaz de analisar a informação que recebe de acordo com seu contexto de produção e consequentes implicações.

O conhecimento construído ao longo do tempo sobre a evolução biológica permitiu avanços na sociedade no que diz respeito a compreensão da natureza e as implicações deste conhecimento nas mais diversas áreas como a ciência, a filosofia, a medicina e a agricultura.

O professor pode trazer essa discussão para o contexto educacional trabalhando textos de divulgação científica que exploram de diversas maneiras esses avanços e suas consequências.

Sugerimos como temas de pesquisa:

- A evolução da espécie humana ressaltando o aspecto temporal que esta ocupa na evolução da vida e como a humanidade em seu curto espaço de existência vem sendo responsável por grandes transformações negativas na vida terrestre. (Extinção em massa, Homem como agente seletor e os rumos possíveis da evolução)
- Implicações na sociedade:

A explicação evolutiva de comportamentos variados:

- Compreensão de doenças genéticas e as causadas por microrganismos;
- Resistência bacteriana aos antibióticos;
- Funcionamento de doenças como a AIDS;

- Seleção artificial na agricultura e domesticação de animais;
- Resistência de “pragas” na agricultura aos inseticidas;
- Comportamento sexual em diversos animais;
- Estudos evolutivos como fonte de conhecimento para conservação ambiental.

Orientações sobre como articular conteúdos biológicos em uma perspectiva evolutiva

Trabalhamos neste guia com uma perspectiva histórica e um olhar complexo das ciências biológicas enquanto área de conhecimento. Entendemos que o tratamento pontual da evolução não permite a construção efetiva de conceitos biológicos uma vez que ela consiste no eixo integrador dessa ciência, abarcando o conjunto de conceitos que permite interpretar a história da vida, objeto primeiro da biologia.

O ensino da evolução biológica restrito ao ano final do ensino médio, como habitualmente vemos na educação básica é reflexo de uma visão fragmentada da biologia que se perpetua no contexto educacional. Dessa forma os conteúdos são apresentados sem conexão entre si e a ciência que lhes deu origem, deixando a impressão de conhecimento pronto e acabado que é repassado na forma de transmissão para os alunos. Como colocam Motokane e Navarro (2009), El Hani e Meyer (2005) e Dias e Piolli (2004) algumas dificuldades por trás deste quadro dizem respeito à falta de material didático baseado na perspectiva evolutiva e a insuficiente formação do professor quanto à reflexão da biologia enquanto ciência e a natureza do conhecimento científico

Segundo Motokane e Navarro(2009) os livros didáticos apresentam usualmente uma sequência que abrange áreas como a origem da vida, biologia celular, histologia, genética, reprodução e embriologia, estudo dos seres vivos, evolução e ecologia. Como o livro didático é referência para grande parte dos professores, estes acabam reproduzindo esta sequência, dividindo a biologia em partes que muitas vezes, pela organização que se atribui, não refletem as conexões que existem entre elas e dificultam a formação de uma visão unificadora da biologia.

Acreditamos que para suprir estas dificuldades é preciso fortalecer a discussão sobre a formação e autonomia dos profissionais da educação e a elaboração do currículo escolar. Para que o professor seja capaz de perceber problemas ou pensar alternativas sobre a disposição dos conteúdos ele deve ter fundamentação teórica sobre a natureza da ciência biológica e como ela gera o conhecimento sobre seu objeto de estudo para que desse modo ele consiga ser autônomo em suas decisões de como organizar o planejamento e os processos de aprendizagem.

O objetivo desta sessão , assim como o de todo o guia, não é disponibilizar receitas de como trabalhar em sala de aula, mas sim, orientar os colegas com uma reflexão sobre a disposição e o tratamento dos conteúdos de forma alternativa e mais coerente com a ciência biológica que tem como eixo central a perspectiva evolutiva.

Perspectiva única, comparada e histórica.

É importante que o professor veja a biologia sob uma perspectiva única, comparada e histórica. Emerge destes olhares uma forma diferente de tratar os conteúdos. Áreas que outrora se encontravam estanques e isoladas ganham agora uma visão dinâmica, unificadora e contextualizada. A unidade da vida, o ser humano como parte da natureza, as dimensões temporais da história da vida e a importância das relações entre espécies e ambientes, são ideias básicas da evolução que devem permear todo o ensino de biologia, desde os níveis fundamentais.

O professor pode adequar essa perspectiva e integrá-la no seu planejamento trabalhando com a forma habitual de organizar os conteúdos. Propomos, no entanto, uma organização baseada na história evolutiva da vida.

Biodiversidade – currículo baseado no estudo da biodiversidade sob uma perspectiva evolutiva

Inicialmente, uma abordagem voltada para discussões sobre a origem do universo, do planeta terra e o surgimento da vida como auto-organização de matéria universal, incorporando nestes assuntos elementos da filosofia da ciência, ressaltando de onde vêm as ideias científicas, suas possibilidades e limitações, pode promover uma visão coerente sobre o estudo da vida. Uma maneira de incorporar essa visão é começar os debates com estudos

dirigidos e seminários sobre diferentes formas de explicar a origem do universo e da vida, de forma a contemplar diversos olhares incluindo os olhares da ciência em diferentes tempos e contextos. Compreender a ciência como caminho específico de explicação requer que se entenda a diversidade de caminhos explicativos para perceber que a metodologia científica é baseada em diretrizes próprias. A partir desse primeiro momento é possível trabalhar a biologia celular, o estudo das bactérias e conceitos de genética, como material genético e hereditariedade, sob uma perspectiva evolutiva.

A demonstração dos primeiros seres vivos caracterizados pelo tipo celular procariótico, a terra do éon arqueano, dominada por essa forma de vida assim como suas características, funcionalidade e inovações como a fotossíntese e a reprodução sexuada são conceitos fundamentais na biologia e devem ser relacionados ao ambiente, em uma visão de coevolução, como a relação da formação atmosférica atual a partir da ação do metabolismo dos primeiros seres vivos. A teoria do surgimento de células eucarióticas resultando de interação de células bacterianas pré-existentes abre discussão para a unidade da vida, o papel das relações de cooperação, o estudo dos protistas e a importância deste novo tipo celular no surgimento dos outros 3 reinos da vida: animais, fungos e plantas. Dessa forma, construir-se-ia a base para o posterior estudo da biodiversidade.

O estudo dos animais, plantas e fungos deve seguir a perspectiva evolutiva e ressaltar o que os caracteriza e diferencia das outras formas de vida. Nos animais aspectos da reprodução à partir de óvulos e espermatozoides, assim como o desenvolvimento embrionário que confere identidade às espécies e a crescente especialização celular na busca de alimentos e reprodução que resultam na grande diversidade de formas e comportamentos que vemos hoje, devem permear seu ensino. Pode-se incorporar a estas discussões o estudo filogenético dos filos animais de modo comparativo para que os alunos percebam a evolução de sistemas fisiológicos. O estudo dos fungos e plantas deve ressaltar o caráter cooperativo entre estes dois reinos. A relação dos fungos com a formação do solo e no controle dos dejetos da biosfera, sua digestão extracorpórea e a não formação dos embriões são conceitos básicos no estudo deste grupo de seres vivos. As plantas, como fornecedoras de energia da qual dependemos no processo de síntese química a partir da luz podem também ser trabalhadas em perspectiva evolutiva e comparativa de crescente complexidade dos sistemas e estrutura,

desde as briófitas e sua ausência de vasos condutores, passando pelas pteridófitas e as estruturas condutoras, o surgimento de sementes e as gimnospermas, e das flores e frutos nas angiospermas.

Durante o estudo dos reinos, suas características e história, conceitos evolutivos como adaptação, seleção natural, deriva genética, filogenia e pensamento populacional devem permear os estudos assim como a perspectiva temporal e a interdependência entre as espécies e os diferentes ambientes.

Pretende-se com essas orientações, fundamentar um planejamento voltado à compreensão da vida como fenômeno único e complexo, como ressalta Oliveira (1995) o ensino de biologia sob uma perspectiva evolutiva permite analisar e interpretar os múltiplos cenários que têm composto a história da vida na Terra, perpassando todos os tipos de fenômenos envolvidos na origem e na extinção das diferentes formas de vida, desde seu início há alguns bilhões de anos atrás até os dias atuais.

Vale a pena ver também...

- DA SILVA, Caio Samuel Franciscati; LAVAGNINI, Taís Carmona; DE OLIVEIRA, Rosemary Rodrigues. PROPOSTA DE UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO PROPOSAL OF A DIDACTIC STRATEGY FOR THE TEACHING OF BIOLOGICAL EVOLUTION IN THE HIGH SCHOOL. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/555.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2014.
- MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion. Microcosmos: quatro bilhões de anos de evolução microbiana. Lisboa: Edições, v. 70, 1990.
- MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion. O que é vida? Zahar, 2002
- MEYER Diogo; EL-HANI Charbel Niño. Evolução: O SENTIDO DA BIOLOGIA. Unesp, 2005.
- SEPÚLVEDA, Claudia; EL-HANI, Charbel Niño; REIS, Vanessa Perpétua Garcia Santana. ANÁLISE DE UMA SEQÜÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO SOB UMA PERSPECTIVA SÓCIO-HISTÓRICA ANALYSIS OF TEACHING-LEARNING SEQUENCE FOR EVOLUTION TEACHING FROM A SOCIOHISTORICAL APPROACH. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/747.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2014.
- Filme “The man from Earth” Traz a história de um Cro Magom() que sobreviveu ao longo de mil anos. O homem pré histórico, que hoje se parece com um Homo Sapiens comum, relata as transformações geológicas e sua relação com a evolução humana.
- Reinaldo José LOPES, Reinaldo José: ALÉM DE DARWIN, Editora Globo, 2009.
- Compartilhamos uma pasta no aplicativo Dropbox com sugestões de leituras e material de referência para elaboração de aulas:

<https://www.dropbox.com/sh/3xzdk7za1yqwd/AADZemlpyvR5qwixaqYynUUAa?dl=0>

REFERÊNCIAS:

- ‘ *Obstáculos à compreensão do pensamento evolutivo: análise em livros didáticos de biologia do ensino médio*. Porto Alegre, 2012. 77f. Monografia (Curso de Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.
- CACHAPUZ, Antonio et al (organizadores). *A necessária renovação do ensino das ciências*. 2. ed. – São Paulo: Cortez, 2011.
- CARROLL, Sean B. *Infinitas formas de grande beleza: como a evolução forjou a grande quantidade de criaturas que habitam o nosso planeta*. Zahar, 2006.
- COSTA, Leandro de Oliveira; MELO, Paula Leite da Cunha; TEIXEIRA, Flávio Martins. *Reflexões acerca das diferentes visões de alunos do ensino médio sobre a origem da diversidade biológica*. Ciência & Educação (BAURU), V. 17, N. 1, P. 115–128, 2011.
- FUTUYMA, Douglas. J. *Biologia Evolutiva: Sociedade Brasileira de Genética*. Biologia Evolutiva: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.
- FUTUYMA, Douglas J. (Ed.). *Evolução, ciência e sociedade*. Sociedade Brasileira de Genética, São Paulo 2002
- MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion. *O que é vida?* Zahar, Rio de Janeiro, 2002
- MAYR, Ernst. *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Ed. UnB, 1998.
- MAYR, Ernst. *Isto é biologia: a ciência do mundo vivo*. Editora Companhia das Letras, São Paulo, 2008.
- MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida. *História da construção do conceito de evolução biológica: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de Biologia*. CAMPUS DE BAURU, 2004. 272F. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2004
- MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. *EVOLUÇÃO: O SENTIDO DA BIOLOGIA*. Unesp, São Paulo 2005.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. UFMG, Belo Horizonte, 2000.
- OLIVEIRA, D. L. *EVOLUÇÃO: UM FIO CONDUTOR PARA OS CONHECIMENTOS BIOLÓGICOS*. In: 1º Ciclo de Debates sobre o ensino de Biologia na UFSC. Florianópolis: 1995.
- PIOLLI, A.; DIAS, S. *ESCOLAS NÃO DÃO DESTAQUE À EVOLUÇÃO BIOLÓGICA*. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico, Número 56, Campinas, 10 jul. 2004.
- PRAIA, João; GIL-PÉREZ, DANIEL; VILCHES, AMPARO. *O PAPEL DA NATUREZA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO PARA A CIDADANIA* CIÊNCIA & EDUCAÇÃO (BAURU), v. 13, N. 2, p. 141–156, 2007.

ROMA NAVARRO, V. & MOTOKANE, M. EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO. Enseñanza de las ciencias 3014–3018 (2009). at <http://ddd.uab.cat/record/131064>

Apêndice II- Roteiro de entrevista- P1

Universidade Federal de Mato Grosso

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais

Roteiro de entrevista sobre a aplicação do guia “Vamos falar de evolução”

1. Quais seus maiores obstáculos no ensino de evolução?
2. O guia te auxiliou na superação destes obstáculos?
3. Como o incluiu em seu planejamento?
4. Você acredita que o guia auxilia uma abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) dos conteúdos relativos à evolução?
5. Haveria alguma sugestão que gostaria de fazer para melhorar a apresentação ou o conteúdo do guia?

Apêndice III- Ficha de avaliação

Ficha de Avaliação do guia teórico “Vamos Falar de Evolução”

Solicito a sua colaboração para responder ao presente questionário. Ele tem o objetivo de avaliar a ferramenta pedagógica “**Vamos falar de Evolução**”, elaborado como parte integrante da pesquisa educacional realizada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, na área de ensino de Química da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), sob a orientação da Professora Dr.^a Débora E. Pedrotti Mansilla. Caso as informações obtidas sejam utilizadas no relatório de pesquisa (dissertação) e/ou outras publicações científicas, está garantido o absoluto sigilo de sua identidade.

Antecipadamente agradeço sua colaboração e atenção.

Larissa Reis

BLOCO 1 – Caracterização dos avaliadores

() Masculino () Feminino

Idade: _____

Área de Formação: _____

Tempo de Formação: _____

Tempo de docência: _____

Local de Atuação: _____

BLOCO 2 – Aspectos Técnicos da ferramenta pedagógica

Item Avaliado	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Organização clara e coerente					

Isenção de erros de revisão e/ou impressão					
Fotos, esquemas e desenhos apresentando fontes, locais de custódia, datas e outras informações necessárias ao crédito.					
Legibilidade gráfica para o nível de escolaridade a que se destina.					
Adequação das fotos às finalidades para as quais foram utilizadas.					
Apresenta as ilustrações ou imagens de forma correta e atualizada.					
Oportuniza o contato com diferentes linguagens e formas de expressão.					
Apresenta linguagem acessível					
Articulação texto e imagem.					

BLOCO 3 – Aspectos pedagógicos da ferramenta pedagógica

Item Avaliado	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Nível de adequação para o Planejamento das atividades didáticas pedagógicas do ensino médio.					
Sequência de ideias e conteúdos oferecidos pelo livro.					
Auxilia na construção dos conceitos de forma adequada.					

Apresenta uma abordagem do conhecimento biológico com a valorização de uma visão interdisciplinar.					
Apresenta uma abordagem do conhecimento biológico de maneira contextualizada.					
Evita a utilização de metáforas e analogias que induzam a elaborações conceituais incorretas.					
Apresenta de modo correto, contextualizado e atualizado conceitos, informações e procedimentos da Área					

BLOCO 5– Utilização da ferramenta pedagógica “*Vamos falar de Evolução*”, no planejamento das Aulas

1-Você utilizaria a ferramenta pedagógica “*Vamos falar de Evolução*”, para o planejamento das atividades didático-pedagógicas sobre a Temática?

() Sim () Não

Porquê? _____

2-Em sua opinião em quais etapas da Aula a ferramenta pedagógica “*Vamos falar de Evolução*” pode auxiliar os professores.

() Introdução da aula

() Durante a problematização para introdução do conteúdo

() Após a explicação do conteúdo

() Atividade diferente em sala de aula

() Como trabalho extraclasse

() Outros. Qual(is): _____

3) A ferramenta pedagógica “*Vamos falar de Evolução*”, pode contribuir no planejamento para o aprendizado dos conceitos abordados?

() Sim () Não

De que maneira?

4- Espaço para comentários, sugestões ou críticas:

Obrigada!

A presente ficha foi adaptada a partir da seguinte bibliografia:

Dal Pupo, Daiana SUA NOVA MAJESTADE: A SOJA: Um paradidático como estratégia pedagógica para o ensino de Química em Mato Grosso. 2015. Dissertação de Mestrado.

Anexo I – Planejamento P1- Julho de 2015

PLANEJAMENTO DOS CONTEÚDOS DE EVOLUÇÃO / EDIFICAÇÕES B

AULA	CONTEÚDOS	OBJETIVOS	ATIVIDADE DESENVOLVIDA	OBSERVAÇÃO (Detalhamento da Atividade)
1 02/07	Introdução do pensamento evolutivo Desmistificação dos conceitos	Os alunos deverão ao final da aula compreender o que é evolução e conhecer as principais evidências de sua ocorrência.	Questão a ser respondida pelos alunos; Análise de texto “Resistencia a inseticidas”	Serão levantadas questões de cunho comum sobre conceitos e evolução, afim de descobrir as concepções iniciais sobre o tema exposto. Com base no texto, os alunos deverão responder a partir de suas concepções como ocorrem as mudanças nos organismos
2 03/07	➤ Teorias da Evolução Leis Uso Desuso Caracteres Adquiridos -August Weismann (Barreira de Weismann) -Fundamentos da Seleção natural. • (Malthus, Lyel, Viagem do Beagle).	Entender e diferenciar as teorias da evolução Lamarckista, Darwinista	Aula Dialogada expositiva apresentando as teorias. Teatralização do conteúdo comparando a ação do ambiente em ambas teorias.	A partir dos conceitos atribuídos as ambas teorias, os alunos serão convidados a construir uma cena, comparando os conceitos de evolução, atribuindo aos seus respectivos pensadores.
3 08/07	Entendendo a Seleção Natural “Jogo dos tentilhões” Recursos Limitados Variação na População Competição	Compreender a influência do meio no processo de seleção natural.	Realização do jogo “Tentilhões de Darwin” Responder as atividades.	O jogo tem como objetivo simular o que ocorre na natureza de acordo com as condições ambientais e ecológicas que forçam as espécies a se dispersarem na tentativa de colonizar novos habitats e nichos. O conhecimento e a compreensão das interações entre os processos de extinção

	Deriva Isolamento ➤ Especiação			e irradiação é o grande propósito desta simulação.
4 09/07	- Evidências da Evolução Fósseis Bioquímica Comparada Embriologia Comparada Anatomia Comparada (órgãos vestigiais, estruturas homólogas e análogas). Convergência Adaptativa Divergência Adaptativa	Identificar as principais evidências da evolução	Aula expositiva Dialogada.	Utilizando imagens no projetor de mídia, serão apresentadas as principais evidência do processo evolutivos, bem como formulação de esquema no quadro que facilite o processo de compreensão do que esta sendo apresentado
5 12/07	- Mutação - Neodarvinismo -Recombina�o genética; -Mecanismos de Adapta�o (Camuflagem/Mimetismo) Tipos de Sele�o Sele�o Sexual Sele�o Artificial	- Elucidar os fenômenos de muta�o e suas consequências na variabilidade dos organismos. Analisar os processos de recombina�o gênica; - Examinar os mecanismos de isolamento reprodutivo; - Associar ambos a variabilidade.	Leitura de texto ““Um futuro incerto”	A partir da leitura do texto que se refere a MUTAÇÃO dos organismos, serão introduzido os conceitos Neodarwinista