

CONTRIBUIÇÕES AXIOLÓGICAS E EPISTEMOLÓGICAS AO ENSINO DA TEORIA DA EVOLUÇÃO DE DARWIN¹

(Axiological and epistemological contributions to teaching the theory of evolution Darwin)

Lucken Bueno Lucas [luckenlucas@yahoo.com.br]

Irinéa de Lourdes Batista [irinea@uel.br]

Universidade Estadual de Londrina – Departamento de Física e Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM/UEL). Rodovia Celso Garcia Cid (Pr 445 Km 380), Campus Universitário. Cx Postal 6001 – CEP: 86051-990 – Londrina – PR.

Resumo

A partir do papel essencial do tema “evolução biológica” na formação científica dos estudantes e a diversidade de problemas identificados na literatura da área para o ensino do mesmo, desenvolvemos uma pesquisa qualitativa segundo aportes da Didática da Ciência e da Aprendizagem Significativa Crítica, que resultou em um estudo caracterizado por uma revisão teórico-metodológica a respeito do tema tratado, em uma síntese histórico-epistemológica com enfoque axiológico do Darwinismo, na elaboração de uma sequência didática para o ensino de evolução e sua apreciação por professores de Biologia, e uma análise textual discursiva dessa apreciação. Com base nesse estudo, por conseguinte, discutimos as possíveis contribuições, para o ensino de Biologia, de propostas que introduzam e articulem aportes axiológicos, históricos e filosóficos no ensino de evolução biológica.

Palavras-chave: evolução biológica; sistemas axiológicos; História e Filosofia da Ciência; Epistemologia da Biologia; aprendizagem significativa crítica; sequência didática.

Abstract

From the essential role of theme “biological evolution” in scientific formation of students and the diversity of issues identified in the literature for teaching of the same, we developed a qualitative study through contributions of Didactics of Science and Critical Meaningful Learning, characterized by a review of theoretical and methodological on the treatise subject, a historical-epistemological synthesis of Darwinism and its axiological analysis, the elaboration of a didactic sequence for teaching evolution and your appreciation of biology teachers, and a discursive textual analysis of that assessment. Based on this study, therefore, we discuss the possible contributions to the teaching of biology, of proposals that articulate and introduce axiological contributions, historical and philosophical in teaching of biological evolution.

Keywords: biological evolution; axiological systems; history and philosophy of science; epistemology of biology; critical meaningful learning; didactic sequence.

Introdução

Levantamentos recentes em revistas, periódicos, dissertações e teses da área de Ensino de Ciências evidenciam uma persistente diversidade de problemas nos processos de ensino e de aprendizagem dos conteúdos evolutivos.

Pesquisas como as de Bishop & Anderson (1990), Bizzo (1991; 2007), Santos & Bizzo (2000), Alters & Nelson (2002), Goedert (2004), Bellini (2006), Aleixandre (2007), Settlage Junior (2007), e muitas outras, sinalizam a presença de dúvidas, divergências e polissemia de conceitos entre estudantes do Ensino Básico, graduandos do curso de Biologia, professores de Biologia e em

¹ Apoio CAPES.

livros didáticos do assunto. Essas pesquisas evidenciam inúmeras polêmicas envolvendo conteúdos de evolução biológica e seu reflexo nos processos de ensino e de aprendizagem em Biologia. Segundo elas, tais dissonâncias têm contribuído para a disseminação de conceitualizações impróprias ou não científicas a respeito de um dos assuntos centrais dessa ciência: as explicações para a evolução dos seres vivos.

Assim, considerando a complexidade e a diversidade dos níveis de abrangência dos problemas relacionados ao entendimento dos conceitos evolutivos, pensamos serem justificáveis a elaboração e a proposição de estratégias de ensino tão variadas quanto às dificuldades visualmente presentes no processo epistemológico do conhecimento evolutivo.

No presente artigo, a partir de nossa pesquisa que consistiu na investigação do processo de construção de uma sequência didática² para o ensino de evolução biológica, a partir dos aportes de História e Filosofia da Ciência, Aprendizagem Significativa Crítica e Didática das Ciências, apresentamos as bases gerais de fundamentação da pesquisa, a sequência didática produzida e uma análise textual discursiva dos resultados de uma avaliação dessa sequência.

Contribuições das áreas de História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências

Nas últimas décadas, muitos foram os estudos científicos que trouxeram à baila os benefícios da articulação e da inserção de aportes históricos e filosóficos nos processos de ensino e de aprendizagem de Ciências. A esse respeito, sabemos que há consenso no meio científico – Matthews (1995), El-Hani, Tavares & Rocha (2004), Batista (2009), Delizoicov, Angotti & Pernambuco (2007) – sugerindo que a inclusão de debates históricos e filosóficos em situações pedagógicas, entre outras coisas, desmistifica e humaniza a Ciência, torna as aulas mais reflexivas e estimulantes, melhora a formação dos professores, favorece o desenvolvimento do pensamento crítico, supera a falta de significado de conceitos, além de esclarecer relações entre dogma, sistema de crenças e racionalidade científica.

De acordo com a perspectiva desses aportes (HFC), entendemos que por meio do estudo de episódios históricos e demais aportes filosóficos, torna-se possível mostrar aos alunos o processo de construção do conhecimento ao longo do tempo, estimulando-os a uma percepção mais concreta da Ciência, seus métodos e limitações.

Uma vez que seja apresentado aos estudantes, pertinentemente, o processo gradativo e lento da construção do conhecimento, eles poderão perceber que algumas de suas dúvidas “são perfeitamente cabíveis em relação a conceitos que levaram tanto tempo para serem estabelecidos e que foram tão difíceis de atingir”, além do que os estudantes poderão compreender que por meio da “História [...] a aceitação ou ataque a algumas propostas não dependem apenas de seu valor intrínseco, de sua fundamentação, mas que também nesse processo estão envolvidas outras forças tais como as sociais, políticas, filosóficas ou religiosas” (Martins, 1998 p. 18).

Diversos estudos apresentam os benefícios da aplicação desses enfoques (como Batista (2004) e também Batista e Luccas (2004)), em que a presença pertinente de História e Filosofia da Ciência contribui significativamente, mostrando seu caráter necessário (sua essencialidade) e capacidade heurística para a superação de conceitualizações superficiais na Educação Científica que –

² Tomando como equivalentes os termos *unidade didática*, *sequência de ensino* e *unidade de intervenção pedagógica*, Antoni Zabala em “A Prática Educativa: como ensinar” (1998), refere-se às sequências didáticas que são construídas para finalidades educacionais especiais, haja vista que os modos como são configuradas determinam e diferenciam as práticas educativas. Essas sequências, além de reunirem a complexidade da prática que envolve aspectos do ensino e da aprendizagem, funcionam como instrumentos pertinentes à Educação Científica por abrangerem, além disso, elementos fundamentais para uma intervenção reflexiva, como planejamento, aplicação e avaliação.

em sua maioria – são fruto de oportunismos teóricos que não favorecem reais resultados, ainda que demonstrem certo sucesso temporário.

Especificamente no caso da Biologia, nota-se, em consonância a outras áreas do conhecimento, um crescente número de pesquisas utilizando aportes históricos e filosóficos com o desenvolvimento de instrumentos pedagógicos e didáticos úteis ao processo de aprendizagem, como pode ser visto em Maienschein (2000), Dal-Farra (2006), Scheid & Ferrari (2006), Rudolph & Stewart (2007).

A propósito dos estudos acima mencionados, reconhecemos a complexidade do processo de construção do conhecimento científico e entendemos que a mesma poderá tornar-se ainda mais intensa se tal conhecimento for apresentado de forma dogmática, parcial, acrítica e irreflexiva (Batista, 2007).

Assim, pensamos que a implantação de uma visão crítica e reflexiva à compreensão dos conceitos evolutivos deva sustentar-se, também, em aportes históricos e filosóficos da Ciência, pois entendemos que a Biologia deve atuar no sentido de dar mais significado aos seus conteúdos (entre eles os evolutivos), o que requer, entre outras coisas, um resgate de fatos históricos e de questões filosóficas que ocorreram ao longo do processo epistemológico que originou as proposições biológicas atuais.

Pertinentemente, entre os artigos pesquisados destacamos o de Rudolph e Stewart, *Evolution and the nature of science: On the historical discord and its implications for education*. Nesse trabalho, os autores buscaram justificar algumas das dificuldades persistentes dos estudantes na compreensão de conceitos evolutivos. Segundo eles, possíveis respostas para esses problemas poderiam ser encontradas mediante estudos históricos e filosóficos, com análises detalhadas dos aspectos que envolveram o modo pelo qual a comunidade científica da época “recebeu” a teoria da evolução, colaborando no esclarecimento das atuais dificuldades que os alunos apresentam em sua compreensão.

No processo de “recepção” da teoria darwiniana, exemplar deste estudo, a partir de uma síntese³ histórico-epistemológica, identificamos uma discussão relevante acerca dos sistemas de valores que influenciaram sua construção intelectual. Assim, destacamos o papel desempenhado pelos valores cognitivos que são pertinentes à discussão desse assunto em um referencial cognitivista de aprendizagem.

Sistemas axiológicos para uma compreensão da Ciência e para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas

Desde a década de 1960, muitas teorias inovadoras, críticas e alternativas ao positivismo surgiram no cenário científico. Autores como I. Lakatos, L. Laudan, H. Lacey, E. McMullin e W. Stegmüller dedicaram-se à busca por novos entendimentos acerca do processo de progresso científico, como medidas alternativas aos clássicos princípios normativos logicistas (Salvi & Batista, 2008).

Dentre os autores que estudam o papel dos valores nas práticas científicas, o filósofo Hugh Lacey tem dedicado grande parte de seus trabalhos a essa discussão. Suas considerações esclarecem que as ações humanas, incluindo as científicas, são intrinsecamente permeadas por sistemas de valores. Segundo Lacey, dos objetos sagrados às teorias científicas, o papel desempenhado por eles é inevitavelmente relevante.

³ Entendemos por síntese, neste texto, um processo que consiste na reunião de elementos históricos e epistemológicos da Ciência em um texto coerente.

No âmbito das práticas e instituições científicas, de acordo com Lacey, no livro *Valores e Atividade Científica (1998)*, três componentes estão frequentemente associados à ideia de que a Ciência é livre de valores:

- **A neutralidade:** sugere que todo conhecimento adquirido por meio da Ciência é desprovido da influência de valores particulares, ou seja, que a Ciência não serve aos interesses de uma ou mais pessoas;
- **A autonomia:** segundo essa visão, interferências externas como posições ideológicas, religiosas, políticas ou mesmo sociais não podem exercer influência nas práticas científicas. Nem mesmo instituições particulares que custeiem pesquisas podem – em face da concessão de benefícios – manipular os interesses científicos originais de uma pesquisa;
- **A imparcialidade:** propõe que teorias científicas sejam aceitas pela comunidade científica mediante a manifestação de um tipo específico de valor, os *valores cognitivos*. É a expressão desses valores cognitivos que garante às teorias um reconhecimento legítimo nessa comunidade.

Em face às três teses acima apresentadas, Lacey sugere, sustentando a tese da imparcialidade, que o reconhecimento de teorias científicas (práticas científicas) seja motivado por razões epistêmicas ou cognitivas (valores cognitivos), não relacionadas aos sistemas formais de reconhecimento da racionalidade científica.

Mas o que são valores cognitivos? De acordo com Lacey, correspondem – essencialmente – a uma alternativa para a distinção de juízos científicos assumidos como corretos ou não. Ao invés de se utilizar regras indutivas, dedutivas ou puramente probabilísticas, os valores cognitivos apresentam-se como uma nova forma de compreender a racionalidade humana.

E quais são os valores cognitivos? Lacey apresenta uma lista (não fechada) desses valores⁴: *adequação empírica, consistência, simplicidade, fecundidade, poder explicativo e certeza* (outros valores cognitivos podem ser enunciados dependendo da teoria ou conceito que se esteja estudando).

Frente a essa discussão, pensamos que um estudo reflexivo acerca da teoria da Evolução de Darwin exigiria, entre outras coisas, compreender os sistemas de valores cognitivos envolvidos em sua aceitação por uma parte expressiva da comunidade científica. Além disso, em meio ao compromisso de nossa pesquisa com os processos de ensino e de aprendizagem dos conceitos evolutivos, questionamo-nos: **seria possível, no âmbito da Educação Básica, empregar valores cognitivos no ensino da teoria da evolução de Darwin? Como?**

Uma resposta para esses questionamentos resultou no estudo da construção de uma sequência didática, combinando noções de História e Filosofia da Ciência a conhecimentos axiológicos, objetivando que esses valores, assumindo um papel didático, fossem utilizados no favorecimento da compreensão dos estudantes quanto às questões evolutivas.

Os valores cognitivos que julgamos presentes na teoria da evolução de Darwin foram identificados a partir da síntese histórico-epistemológica realizada nesta pesquisa, com base em cuidados historiográficos e em enfoque epistemológico orientado por estudos axiológicos. Esses valores, apresentados a seguir, foram inseridos implicitamente em textos, questionários e atividades didáticas para sala de aula. Nossa hipótese de pesquisa consistiu em adotá-los como **instrumentos pedagógicos** no processo de aprendizagem, no papel de **“guias cognitivos”**, ou seja, instrumentos

⁴ Esses valores cognitivos foram selecionados e citados por Lacey (1998), a partir de sua consulta em ampla literatura da área de História e Filosofia da Ciência. Sugerimos a leitura dessa referência para o conhecimento filosófico do tema em questão.

capazes de “orientar, mediar e conduzir” (ao longo da sequência) a construção da compreensão dos estudantes a respeito da teoria evolutiva darwiniana.

Os valores cognitivos identificados na síntese histórico-epistemológica⁵ da teoria e inseridos na sequência didática foram:

- **Valor cognitivo “adequação empírica”**: as hipóteses lançadas por Darwin, sustentadas por sua experiência observacional, fizeram-no chegar a uma proposição puramente científica para explicar as mudanças dos seres vivos. Após a publicação de suas ideias, Darwin procurou responder às críticas fundamentando-se cuidadosamente em estudos científicos e aportes empíricos, como no caso da explicação para o desenvolvimento e o deslocamento dos olhos dos peixes achatados (*Pleuronectidae*), na controvérsia estabelecida com George Jackson Mivart;
- **Valor cognitivo “consistência”**: para a época em que foi formulada, os aspectos que caracterizam o valor cognitivo “consistência” na teoria da seleção natural compreendem a coerência de suas afirmações e, principalmente, a coerência entre as hipóteses sustentadas na teoria (balizadas nos estudos de Malthus e outros autores) e os dados observados. A clareza utilizada por Darwin no desencadeamento lógico da teoria, bem como a coerência de suas proposições, contribuíram para sua posterior aceitação;
- **Valor cognitivo “poder explicativo”**: segundo Mayr (1998), a seleção natural é dotada de um poder explicativo tão poderoso que, entre outras coisas, foi responsável por substituir um mundo estático por um mundo evolutivo; negar o criacionismo; reconhecer o fim do antropocentrismo irrestrito para a aceitação da descendência comum da humanidade; refutar o essencialismo e aceitar o pensamento de população. Com a seleção natural, Darwin explicou como as espécies evoluem ao longo do tempo baseando-se em uma argumentação puramente científica;
- **Valor cognitivo “consiliência”⁶**: a teoria da seleção natural mudou a maneira de compreender os organismos, suas relações entre si e com o mundo. A busca por respostas de questões relativas ao plano da adequação empírica sugeriu novos modos de investigação científica, como a utilização do “método hipotético-dedutivo”. Isto significa que muitos aspectos da teoria da seleção natural influenciaram (além da ciência Biologia), diversas áreas do conhecimento;
- **Valor cognitivo “fecundidade”**: a teoria impulsionou o desenvolvimento de outras ciências como os estudos paleontológicos e geológicos que projetaram-se ao encontro de evidências que pudessem dar suporte às informações apresentadas. Atualmente, sobretudo como herança do período da síntese evolutiva, inúmeras são as áreas que se especializaram em resposta às proposições da teoria, entre as quais estão a Biologia Molecular, a Genética, a Embriologia, a Genômica e muitas outras;
- **Valor cognitivo “simplicidade”**: a coesão das afirmações e a clareza conceitual da teoria contrastam perplexamente com a complexidade de seu enunciado. O que chamou a atenção da comunidade científica da época, além da condição ousada e inovadora em que a teoria se

⁵ Um estudo detalhado dos valores cognitivos identificados na síntese histórico-epistemológica está apresentado em outro artigo em processo de avaliação.

⁶ O termo “consilience” foi utilizado originalmente em 1840 por William Whewell, na obra *The philosophy of the inductive sciences*, em sua reflexão quanto à existência de bases comuns de explicações para diferentes áreas do conhecimento. No Brasil, Edward Wilson (1999), introduziu o neologismo “consiliência” no livro *A unidade do conhecimento: consiliência*, utilizando o termo como palavra-chave para se reportar à unificação do saber (apud Cruz, 2001). Esse valor foi incluído após interessantes discussões de nossa pesquisa com Hugh Lacey, pelo qual desde já somos agradecidos.

dispôs, foi o fato de conseguir explicar de modo natural e simples questões que até o momento ocupavam exclusivamente os terrenos da sobrenaturalidade;

Assim, considerando particularmente as polêmicas recorrentes aos processos de ensino e aprendizagem de evolução biológica, a proposta didático-pedagógica elaborada e destinada a alunos da última série do Ensino Básico, utilizou, além dos referenciais acima delineados, aportes da teoria da Aprendizagem Significativa Crítica e da Didática das Ciências, que serão apresentados a seguir.

Aprendizagem Significativa Crítica e suas contribuições no ensino de evolução biológica

Estudos recentes como o de Salvi & Batista (2008) – que também basearam-se em Tardif (2000) e Moreira (2000) – ao discutirem a questão dos valores na formação docente, levantam a problemática da prática docente frente aos conflitos axiológicos estabelecidos na sociedade nas últimas décadas: “Esses conflitos de valores parecem ainda mais graves nas profissões cujos ‘objetos de trabalhos’ são seres humanos, como é o caso do magistério” (Tardif, 2000, p. 9 apud Salvi & Batista, 2008).

Nesse contexto, as autoras realizam um estudo acerca dos sistemas axiológicos na formação docente, relacionando questões da Educação Científica aos aportes da “aprendizagem significativa crítica”. Mas a quem as autoras se reportam quando utilizam o termo *aprendizagem significativa crítica*? Como poderíamos caracterizá-la?

A bem da verdade, Moreira (2000), balizado nas ideias de Neil Postman e Charles Weingartner, nas obras *Teaching as a subversive activity* (1969) e *Technopoly*, 1993 e *The End of Education*, (1996) argumenta que, nestes tempos de mudanças rápidas e drásticas na sociedade, há necessidade não apenas de que a aprendizagem seja significativa, mas que seja significativa e crítica. Segundo esse autor, por meio da aprendizagem significativa crítica os alunos poderão, entre outras coisas, estar integrados em sua cultura sem que para isso tenham que se deixar dominar por ela e suas inerentes ideologias, ritos e crenças; estar abertos a mudanças, atentos às informações e tecnologias ao mesmo tempo em que consigam gerenciar essas novidades; lidar com “a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a ideia de que o conhecimento é construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente” (Moreira, 2000, p. 6).

Mas como podemos, efetivamente, utilizar a aprendizagem significativa crítica? Ou melhor, como integrar pressupostos da aprendizagem significativa crítica à adesão de sistemas axiológicos (na compreensão da atividade científica) para a construção de uma sequência didática voltada ao ensino de evolução?

Uma possível resposta encontramos em Salvi & Batista (2008). As autoras, ao discutirem a adesão aos valores na compreensão da atividade científica, apresentam e discutem elementos conceituais da aprendizagem significativa crítica como possíveis respostas à problemática das constantes mudanças sociais que envolvem o papel dos valores na formação docente. Um desses elementos – baseado principalmente em Moreira (2000), mas também em Gowin (1981), Postman e Weingartner (1969) – corresponde ao papel dos questionamentos na interação ensino-aprendizagem. Em outras palavras, a formulação de perguntas apresenta-se como um fator contributivo ao processo de construção do conhecimento. Segundo o próprio Moreira,

“O que mais pode um professor fazer por seus alunos do que ensinar-lhes a perguntar, se está aí a fonte do conhecimento humano? Quando o aluno formula uma pergunta relevante, apropriada e substantiva, ele utiliza seu conhecimento prévio de maneira não-arbitrária e não-literal, e isso é evidência de aprendizagem significativa” (Moreira, 2000, p. 7).

Nesse sentido, ao considerarmos os possíveis benefícios da aprendizagem significativa crítica articulada à discussão de sistemas axiológicos, como enunciado por Salvi & Batista (2008), concebemos o uso do princípio da interação social e do questionamento (ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas) frente aos problemas existentes no ensino de evolução biológica (influências axiológicas, religiosas, filosóficas, míticas, etc.), buscando utilizar esse tipo de abordagem em nossa sequência didática.

Fundamentação metodológica para a construção de uma sequência didática

Para o estudo do processo de construção (e a construção propriamente dita) de uma sequência didática voltada ao ensino de evolução biológica, utilizamos os aportes da Didática das Ciências⁷, uma vez que, segundo Astolfi & Develay:

As pesquisas em didática têm explorado de maneira sistemática diversos campos conceituais das ciências experimentais, tais como respiração, reprodução, energia, calor, temperatura, fotossíntese... e esclarecem dados com os quais todo projeto de aculturação científica deve de uma maneira ou de outra compor. De forma tal que ensinar um conceito de Biologia, Física ou Química, não pode mais se limitar a um fornecimento de informações e de estruturas correspondendo ao estado da ciência do momento, mesmo se estas são eminentemente necessárias (Astolfi & Develay, 1995, p. 36).

Entendemos que as contribuições da Didática das Ciências são pertinentes aos objetivos de nossa proposta, pois, além de suportes na elaboração final de uma sequência de ensino, buscamos entender o processo de sua construção e seus desdobramentos. Nesse sentido, Adúriz-Bravo (2001), esclarece que as intenções da Didática das Ciências suplantam os cuidados com os produtos finais, uma vez que compreende um conjunto de atividades diversificadas e inter-relacionadas que vão desde a investigação até a prática da Educação Científica.

Assim, partindo para um aprofundamento do arcabouço metodológico de nossa proposta, atentamos para o fato de que a sistematização de uma sequência didática constitui-se numa atividade complexa à prática educativa porque inúmeras variáveis com possibilidade de intervenção estão envolvidas nesse processo. Isso significa que embora composta por etapas definidas, uma sequência didática é elaborada buscando uma construção de conhecimento não linear, nem ingenuamente progressiva ou cumulativa.

De acordo com Zabala (1998, p. 19-20), assumimos que sequências didáticas apresentam as seguintes características:

- I. Cada sequência é voltada para objetivos específicos;
- II. Elas esquematizam as variáveis da complexa prática educativa;
- III. Os tipos de atividade, sobretudo a maneira de articulá-las, são traços diferenciais e determinantes à especificidade da proposta didática;
- IV. Indicam-nos a função desempenhada por cada uma das atividades no processo de construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos;
- V. Avaliam a funcionalidade das atividades, sua ausência ou a ênfase que se lhes deve atribuir.

⁷ Há uma pluralidade de linhas de investigação que compõem o domínio epistemológico da Didática da Ciência atual. Como exemplo, citamos a “*Atividade didática da Ciência*” que estuda a didática como metaciência, ou seja, a transformação, o contexto e a finalidade da Educação Científica, além da racionalidade e os valores da atividade científica; o “*Conhecimento didático da Ciência*” que investiga a explicação didática, os modelos didáticos, a teoria didática, a Didática da Ciência na disciplina e a história da Didática da Ciência; e o “*Discurso didático da Ciência*” que pesquisa a prática, a experimentação e a retórica didática (Adúriz-Bravo, 2001).

A maneira pela qual as atividades podem ser articuladas é determinante ao tipo de proposta didática que se pretende construir. Um dos critérios que permitem identificar ou caracterizar a forma de ensinar, em princípio, consiste na forma com que certas atividades são propostas. Essa noção considera a importância “das intenções educacionais na definição dos conteúdos de aprendizagem e, portanto, do papel das atividades que se propõem” (Zabala, 1998, p. 53-54).

Inúmeros são os tipos de sequências didática possíveis para o ensino, cada uma delas com objetivos diferentes. Mas as variáveis desses objetivos são comuns a grande parte delas e consistem, principalmente, nos seguintes aspectos: o grau de participação dos alunos, o grau de intervenção do professor e os tipos de atividades, uma vez que cada uma delas apresenta um papel didático distinto.

Assim, utilizamos um exemplar genérico de unidade didática sugerido por Zabala (1998), com a finalidade de evidenciar os diversos aspectos do ensino contemplados na mesma. Ressaltamos que tal exemplar constituiu-se como base para nossa sequência, uma vez que as devidas adaptações foram realizadas.

Entre as diversas unidades didáticas sugeridas por Zabala (1998), escolhemos esse modelo genérico devido à presença de fatores relevantes à relação ensino-aprendizagem escolar, a saber, a presença de diferentes tipologias de conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais); o estímulo às relações sociais dos estudantes em função dos diálogos, dos debates, dos trabalhos em equipe e das pesquisas sugeridos na sequência – elementos pertinentes, segundo o autor, para o favorecimento de uma aprendizagem crítica e reflexiva. Não obstante isso, a sequência problematiza um conjunto de conflitos (tanto coletivos quanto individuais) no âmbito da convivência social da sala de aula que podem conduzir os estudantes ao exercício da tolerância e do respeito aos diferentes e inevitáveis pontos de vista religiosos, morais, epistemológicos, axiológicos, entre outros. O exemplar genérico pode ser encontrado integralmente no livro de Antoni Zabala “*A Prática Educativa: como ensinar*” (1998).

Após termos investigado as fases de problematização, levantamento de abordagens metodológicas, fundamentação teórica, síntese histórico-epistemológica do pensamento evolutivo e sua análise axiológica, articulamos tais conhecimentos e construímos a sequência didática abaixo apresentada, para o ensino de evolução biológica. Nela, evidenciamos a sequência genérica que estruturou sua configuração atual, além de promovermos uma análise de sua estrutura (com as justificativas dos referenciais), para melhor compreendermos sua estruturação. Ela assim está definida:

Nas duas primeiras linhas do quadro 1 – sequência didática, nas quais se encontram as etapas e o exemplar genérico, apresentamos a sequência sugerida por Zabala (1998). Nas linhas seguintes (etapas adaptadas e sequência didática adaptada para o ensino do conteúdo “**EVOLUÇÃO BIOLÓGICA**”, encontra-se a sequência didática construída e subdividida em etapas subsequentes. Finalmente, na quinta e última linha desse mesmo quadro (análise estrutural da sequência adaptada), apresentamos uma análise pormenorizada da sequência, justificando cada evento de suas etapas segundo os aportes teórico-metodológicos da pesquisa. Essa dinâmica de apresentação acontece em todas as etapas da sequência.

Lembramos, ainda, que outra versão da sequência construída, contendo as adaptações e informações necessárias aos professores aplicadores, encontra-se disponível em Lucas (2010).

| Seqüência Didática para o Ensino de Evolução | |
|--|--|
| Descrições e sugestões pedagógicas | |
| <ul style="list-style-type: none"> – Objetivo da seqüência: possibilitar que os alunos conheçam, analisem e interpretem teorias evolutivas (sobretudo a teoria da Seleção Natural de Darwin), que explicam as transformações dos seres vivos e os mecanismos envolvidos nesse processo, segundo uma perspectiva histórico-epistemológica do desenvolvimento do pensamento evolutivo na Biologia; – Público alvo: alunos da última série da Educação Básica; – Total de aulas: aproximadamente 12 (doze) aulas (as etapas da seqüência não são estanques podendo uma delas ocorrer em mais de uma aula, por exemplo); – Atividades: intra e extraclasse envolvendo estudo de textos, pesquisas, dinâmicas em grupo e seminários; – Conhecimentos prévios: noções básicas de genética, reprodução sexuada e interações entre os seres vivos; – Avaliação: ela deve ocorrer durante todo o processo, desde a fase de problematização e obtenção de concepções prévias até a participação nos grupos, seminários, atividades complementares e elaboração do vídeo conclusivo. Na seqüência, o processo de avaliação é definido a partir do referencial da teoria da aprendizagem significativa crítica. – Recursos didáticos: TV multimídia (vídeo), projetor multimídia, computador, lousa. | |
| ETAPAS | 1^a |
| EXEMPLAR GENÉRICO (Zabala, 1998) | <p><i>“Apresentação por parte do(a) professor(a) de uma situação problemática relacionada com o tema. O professor desenvolve um tema entorno de um fato ou acontecimento, destacando os aspectos problemáticos e os que são desconhecidos para os alunos. [...] Os conteúdos do tema e da situação que se coloca podem ir desde um conflito social ou histórico, diferenças na interpretação de certas obras literárias ou artísticas, até o contraste entre um conhecimento vulgar de determinados fenômenos biológicos e possíveis explicações científicas”</i> (Zabala, 1998, p.58-grifo nosso).</p> |
| ETAPAS ADAPTADAS | 1^a INTRODUÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO |
| SEQUÊNCIA DIDÁTICA ADAPTADA PARA O ENSINO DO CONTEÚDO “EVOLUÇÃO BIOLÓGICA” | <p>a) O professor inicia a aula comunicando aos alunos o assunto a ser trabalhado: <u>Evolução dos seres vivos</u>. Explica que em um primeiro momento, todos assistirão a um vídeo do site <www.youtube.com>, que corresponde ao primeiro resultado de uma consulta com a palavra “evolução”.</p> <p>Endereço eletrônico do vídeo: http://www.youtube.com/watch?v=j7imtcWdHIA (Obtido em 13/06/2009 - Duração: 3’45 min).</p> <p>b) Enquanto os alunos assistem ao vídeo, o professor escreve as seguintes questões na lousa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) No âmbito dos seres vivos, o que podemos entender por “evolução”? 2) Podemos concordar com as informações transmitidas pelo vídeo que assistimos? 3) Como surgiram tantas espécies de seres vivos no planeta? 4) Podemos considerar que mamíferos são mais evoluídos que bactérias? 5) Os seres humanos são descendentes dos macacos? <p>O professor explora o tema, problematiza o assunto.</p> <p>AValiação: contínua – à cargo do professor;</p> |
| ANÁLISE ESTRUTURAL DA SEQUÊNCIA ADAPTADA | <p>APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA</p> <p>Nessa etapa enfatizamos o papel dos questionamentos na interação ensino-aprendizagem. Os questionamentos correspondem a um dos elementos da aprendizagem significativa crítica, apresentando-se como fatores contributivos ao processo de construção do conhecimento. Ainda a respeito dessa teoria de aprendizagem implementamos, nas etapas da seqüência, noções da “<i>avaliação formativa recursiva</i>” de Moreira (2011). Segundo esse referencial, uma abordagem de ensino pautada no aluno e em atividades colaborativas, como as que serão apresentadas no decorrer da seqüência, requer um tipo de avaliação coerente com a teoria de aprendizagem adotada. Nesse caso, mesmo considerando que os significados possam ser compreendidos e internalizados progressivamente pelos alunos, pressupomos a presença de</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>esquemas alternativos de explicação (pessoais ou coletivos) em todo percurso didático da sequência, podendo eles concorrer e/ou coexistir com as noções científicas apresentadas. Além disso, nessa perspectiva de avaliação, o erro passa a ser comum e sua superação expressa a busca pela aprendizagem. Segundo Moreira, para</p> <p>“aprender a aprender criticamente, a avaliação deve ser predominantemente formativa e recursiva. A avaliação formativa acompanha em que medida está ocorrendo a aprendizagem (significativa, crítica), é processual, contrariamente à somativa que é final. A recursividade permite que o aprendiz refaça as tarefas de aprendizagem, aproveite o erro como fator de aprendizagem” (Moreira, 2011, p. 13).</p> <p>DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS De acordo com os referenciais utilizados nessa pesquisa, um dos aspectos inerentes aos aportes da Didática das Ciências consiste na capacidade de ajudar a compreender o processo de construção do conhecimento. Aqui, retomamos Adúriz-Bravo (2001), que destaca três princípios balizadores da Didática das Ciências:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Compreender a Ciência como atividade de intervenção na realidade; como uma estrutura de conhecimento que deriva dessa atividade; e como um discurso escrito que teoriza a respeito das questões empíricas. <p>Desse modo, na primeira etapa dessa sequência, pensamos que por meio dos questionamentos que compõem a problematização inicial, o professor inicia um processo de intervenção nas concepções prévias dos alunos (aqui consideradas a “realidade” a ser interferida).</p> <p>VALORES COGNITIVOS Por meio das questões problematizadoras, elaboradas a partir de valores cognitivos identificados na síntese histórico-epistemológica, objetiva-se detectar a presença de alguns desses valores nas respostas dos alunos. Na questão nº 5, por exemplo, quem poderia afirmar que os seres humanos vieram dos macacos? Com base em quais estudos? Há a presença do valor cognitivo “adequação empírica” na base de uma possível resposta afirmativa para essa questão?</p> |
| ETAPAS | 2^a |
| EXEMPLAR GENÉRICO (Zabala, 1998) | <i>“Proposição de problemas ou questões. Os alunos, coletiva e individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor, expõem as respostas intuitivas ou suposições sobre cada um dos problemas e situações propostos” (Zabala, 1998, p. 58 - grifo nosso).</i> |
| ETAPAS ADAPTADAS | 2^a OBTENDO CONCEPÇÕES PRÉVIAS |
| SEQUÊNCIA DIDÁTICA ADAPTADA PARA O ENSINO DO CONTEÚDO “EVOLUÇÃO BIOLÓGICA” | <p>O professor pede para que os alunos, individualmente, respondam em uma folha separada as questões apresentadas.</p> <p>AValiação: contínua – o professor (ao final da aula) recolhe as questões respondidas pelos alunos e atribui uma determinada nota a tal atividade.</p> |
| ANÁLISE ESTRUTURAL DA SEQUÊNCIA ADAPTADA | <p>APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA David Ausubel, ao estudar o processo de aprendizagem nas pessoas, enfatizou o conceito de <i>Aprendizagem Significativa</i> como um processo pelo qual há uma interação entre as novas informações e as estruturas de conhecimento já existentes nos indivíduos, por ele denominadas <i>conceitos subsunçores</i>. Essas estruturas funcionam como base às novas informações de modo que as mesmas, conseqüentemente a partir dessa interação, adquirem um significado (Moreira, 1999).</p> <p>Com a atividade proposta nessa etapa, objetivamos <u>evidenciar os conceitos subsunçores</u> dos alunos (concepções prévias), acerca da evolução dos seres vivos. Tal empreendimento é alcançado quando os alunos respondem as questões sugeridas pelo professor de acordo com o conhecimento pessoal prévio. Após essa evidenciação, espera-se que seja possível trabalhar com as noções prévias dos estudantes a fim de que sirvam de base para a interação de novos conceitos (científicos) que pretendemos enfatizar.</p> <p>No que diz respeito à avaliação, objetivando contribuir para uma aprendizagem significativa crítica, consideramos que as noções prévias dos alunos são elementos que influenciam diretamente e continuamente sua aprendizagem. Nesta etapa, tais noções são explicitadas a fim de que possam ser objeto de discussão, reflexão e crítica em atividades futuras. Levar em conta</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>o conhecimento prévio do aluno, portanto, é condição necessária para que o debate e a criticidade possam ser possíveis e úteis ao processo de aprendizagem.</p> <p>DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS Como na primeira etapa, damos continuidade ao processo de intervenção nas concepções prévias dos alunos (“realidade” a ser interferida). O intuito, portanto, é levar os discentes a materializarem, por meio do registro escrito, seus subsunçores (concepções prévias).</p> <p>VALORES COGNITIVOS De posse das questões respondidas na avaliação da etapa nº 1, o professor poderá fazer uma monitoração dos valores cognitivos que poderão aparecer nas respostas dos estudantes⁸. A partir dessa monitoração, o professor irá aprimorar as etapas seguintes para que o índice de ocorrência se manifeste em alto grau.</p> |
| ETAPAS | 3^a |
| EXEMPLAR GENÉRICO (Zabala, 1998) | <i>“Explicitação de respostas intuitivas ou suposições. Os alunos, coletivamente, dirigidos e ajudados pelo professor, deliberam sobre as respostas intuitivas (Zabala, 1998, p.58-grifo nosso).</i> |
| ETAPAS ADAPTADAS | 3^a DELIBERAÇÃO |
| SEQUÊNCIA DIDÁTICA ADAPTADA PARA O ENSINO DO CONTEÚDO “EVOLUÇÃO BIOLÓGICA” | <p>a) O professor pede para que os alunos dividam-se em 5 grupos⁹ e discutam as respostas de cada um dos integrantes, sugerindo a observância da existência de semelhanças e/ou diferenças significativas entre as respostas.</p> <p>b) Após tal deliberação, cada grupo expõe (em síntese) suas respostas para o restante da turma.</p> <p>c) O professor evidencia as semelhanças e/ou diferenças encontradas nas respostas dos diferentes grupos.</p> <p>d) Retomando a problematização inicial e, considerando as respostas (intuitivas) dos grupos, o professor chama atenção dos alunos para a questão: <u>Existem teorias científicas que explicam essas questões?</u></p> <p>e) O professor pergunta se os alunos conhecem e poderiam argumentar a respeito de <u>teorias científicas</u> que expliquem as questões problematizadas.</p> <p>AVALIAÇÃO: contínua – o professor pode atribuir uma determinada nota à atividade em grupo.</p> |
| ANÁLISE ESTRUTURAL DA SEQUÊNCIA ADAPTADA | <p>APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA Nos itens “d” e “e”, a problematização feita pelo professor integra o processo de intervenção e avaliação a respeito das concepções prévias dos alunos, uma vez que os mesmos são instigados a pensar em outros tipos de explicações para as questões propostas. Aqui, nossa intenção pedagógica consiste em gerar dúvidas e incertezas nos estudantes a fim de que possam haver condições para se realizar uma aprendizagem significativa crítica dos conceitos que queremos trabalhar. Por meio desse tipo de aprendizagem os alunos poderão, entre outras coisas, lidar com “a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a idéia de que o conhecimento é construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente” (Moreira, 2000, p. 6). Além disso, a noção de <i>avaliação formativa recursiva</i> também pressupõe o abandono às narrativas tradicionais do docente e estimula as atividades colaborativas, a partir das quais poderão ser externalizados e negociados os significados que estão sendo construídos pelos alunos.</p> <p>DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS Essa etapa favorece uma troca de experiências entre os estudantes (itens “a” e “b” da sequência).</p> |

⁸ Para auxílio do professor que desconhece os estudos dos valores cognitivos, foi elaborada uma apostila contendo definições e informações desse referencial.

⁹ A quantidade de grupos foi definida segundo o trabalho em equipe proposto na 5ª etapa da sequência que sugere, por sua vez, a divisão de um texto em cinco partes a ser apresentado por cinco equipes, respectivamente. O objetivo é que os integrantes dos grupos familiarizem-se desde o início da implementação da proposta.

| | | |
|---|---|--|
| | <p>Enfatizamos também nessa etapa a relação entre as tipologias de conteúdos evidenciadas por Zabala (1998), e o processo de aprendizagem. Os conteúdos atitudinais, por exemplo, estão relacionados às tendências ou intenções pelas quais as pessoas assumem condutas mediante valores determinados. Como exemplo, citamos a cooperação necessária em um trabalho de grupo como o que estamos sugerindo. Além disso, a perspectiva atitudinal reporta-se também a padrões de comportamento aos quais devemos nos ater em um dado contexto social. Essas regras compõem um pacto para a vivência dos valores coletivamente compartilhados – em nosso caso, enfatizamos o fator “tolerância” entre as diferentes opiniões dos colegas de equipe.</p> <p>VALORES COGNITIVOS Continuando a monitoração dos possíveis valores cognitivos das respostas dos estudantes, nesta etapa, tal monitoração ocorrerá nas respostas da atividade em equipe.</p> | |
| ETAPAS | 4^a 5^a 6^a 7^a | |
| EXEMPLAR GENÉRICO (Zabala, 1998) | 4^a | <p><i>“Proposta das fontes de informação. Os alunos, coletiva e individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor, propõem as fontes de informação mais apropriadas para cada uma das questões: o próprio professor, uma pesquisa bibliográfica, uma experiência, uma observação, uma entrevista, um trabalho de campo” (Zabala, 1998, p. 58, grifo nosso).</i></p> |
| | 5^a | <p><i>“Busca da Informação. Os alunos, coletiva e individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor, realizam a coleta dos dados que as diferentes fontes lhes proporcionaram. A seguir selecionam e classificam estes dados” (Zabala, 1998, p. 58, grifo nosso).</i></p> |
| | 6^a | <p><i>“Elaboração das conclusões. Os alunos, coletiva e individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor, elaboram as conclusões que se referem às questões e aos problemas” (Zabala, 1998, p. 58, grifo nosso).</i></p> |
| | 7^a | <p><i>“Generalização das conclusões e síntese. Com as contribuições do grupo e as conclusões obtidas o professor estabelece as leis, os modelos e os princípios que se deduzem do trabalho realizado” (Zabala, 1998, p. 58, grifo nosso).</i></p> |
| ETAPAS ADAPTADAS | 4^a PESQUISA | |
| SEQUÊNCIA DIDÁTICA ADAPTADA PARA O ENSINO DO CONTEÚDO “EVOLUÇÃO BIOLÓGICA” | <p>a) O professor sugere que as equipes façam uma pesquisa do tema da aula baseando-se nas questões apresentadas inicialmente (bem como as que surgirem no decorrer das discussões), <u>mas que pesquisem, principalmente, teorias científicas que expliquem a evolução dos seres vivos.</u></p> <p>Sugere também que as equipes utilizem diferentes fontes de informação. Como fontes, sugerimos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Internet (discutir a variedade e qualidade de informações disponíveis nesse tipo de fonte); • Biblioteca da escola; • Entrevistas com professores do colégio; • Entrevistas com alunos de outras salas; • Entrevistas com familiares. <p>b) Segue-se para a coleta de dados que deverão ser apresentados pelas equipes na aula seguinte.</p> <p>c) Trabalho extraclasse: os alunos, em grupo, realizam as pesquisas nas diferentes fontes;</p> <p>d) Elaborando conclusões (ainda em instância extraclasse): os alunos, em grupo, elaboram as conclusões que se referem às questões e aos problemas propostos na pesquisa.</p> <p>e) Trabalho em classe: breve exposição dos resultados da pesquisa pelas equipes. (O resultado da pesquisa deve ser entregue ao professor).</p> <p>f) Após a exposição, o professor inicia uma reflexão com os alunos questionando:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Há semelhanças/diferenças significativas entre as respostas das equipes? -Podemos agrupar as respostas? (Ex. Explicações “religiosas”, “científicas”, “outras”?) | |

| | |
|--|---|
| | <p>g) O professor, juntamente com os alunos, elabora conclusões a respeito das questões propostas.</p> <p>AValiação: contínua – o professor pode atribuir uma determinada nota ao trabalho extraclasse (item “e” desta etapa).</p> |
| <p>ANÁLISE ESTRUTURAL DA SEQUÊNCIA ADAPTADA</p> | <p>APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA Sugerimos diferentes fontes de pesquisa (sobretudo a internet) para os alunos porque, por meio da aprendizagem significativa crítica os estudantes poderão, entre outras coisas, “estar abertos a mudanças, atentos as informações e tecnologias ao mesmo tempo em que consigam gerenciar essas novidades” (Moreira, 2000, p. 6). Pensamos que esse “gerenciamento de novidades” consiste na análise crítica das informações obtidas pelas diferentes mídias tecnológicas. <u>Outra questão:</u> essas etapas podem envolver discussões acerca de princípios morais e religiosos dos estudantes frente ao conteúdo científico pesquisado. Esperamos que por meio das etapas posteriores (desta sequência), as intenções, a disposição e a organização dos conteúdos e atividades sugeridas leve os estudantes a uma reflexão de suas concepções, a fim de que possam estar “integrados em sua cultura sem que para isso tenham que deixar-se dominar por ela e suas inerentes ideologias, ritos e crenças” (Moreira, 2000, p. 6). Nessa etapa, para a avaliação, assumimos as mesmas considerações apresentadas na etapa anterior.</p> <p>DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS Enfatizamos na atividade de pesquisa (em relação as tipologias de conteúdos), os conteúdos factuais evidenciados por Zabala, que correspondem ao “conhecimento dos fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos e singulares” (Zabala, 1998, p. 41). A singularidade e o caráter descritivo e concreto definem esse tipo de conteúdo. São exemplos de conteúdos factuais: datas, fatos históricos e símbolos químicos. É importante destacar que considera-se que um estudante tenha aprendido um conteúdo factual quando ele o puder reproduzir e essa reprodução ocorrer de forma literal. As atividades utilizadas nesse tipo de conhecimento baseiam-se em cópias por meio das quais os conteúdos são integrados às estruturas do conhecimento. A ação de elaborar conclusões a partir dos problemas propostos, segundo a pesquisa em questão neste artigo, está inserida no âmbito da Didática das Ciências, no rol dos conteúdos procedimentais que, por sua vez, envolvem uma série de ações devidamente organizadas e voltadas para objetivos específicos. São exemplos de conteúdos procedimentais: calcular, classificar e traduzir. Embora tais conteúdos apresentem um denominador comum (serem ações ou conjuntos de ações) evidenciamos que são diferentes o bastante para assumirem distintas funções no processo de aprendizagem.</p> <p>VALORES COGNITIVOS Como na etapa anterior, continua-se a evidenciação dos valores cognitivos que poderão aparecer nas informações pesquisadas pelos estudantes.</p> |
| <p>ETAPAS ADAPTADAS</p> | <p style="text-align: center;">5^a</p> <p style="text-align: center;">INTRODUÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS</p> |
| <p>SEQUÊNCIA DIDÁTICA ADAPTADA PARA O ENSINO DO CONTEÚDO “EVOLUÇÃO BIOLÓGICA”</p> | <p>a) A partir das contribuições dos alunos, o professor entrega um texto (dividido em 5 partes – uma para cada grupo) contendo alguns dos principais aspectos do desenvolvimento do pensamento evolutivo. Sugerimos que os grupos realizem uma primeira leitura em sala, com o esclarecimento de eventuais dúvidas pelo professor.</p> <p>LEITURA DO TEXTO (em sala): “Aspectos históricos do pensamento evolutivo”.</p> <p>É pedido que cada grupo prepare (para a próxima aula) um seminário a respeito dos assuntos indicados na parte do texto que receberam. O professor evidencia que caso seja necessário, os alunos deverão aprofundar as pesquisas acerca do assunto.</p> <p>b) No trabalho extraclasse de preparação dos seminários, cada grupo deverá elaborar 3 questões (com respostas) do assunto, para serem entregues no dia da exposição. Além disso, cada grupo deverá providenciar (para o dia do seminário) uma cópia de sua parte do texto para o restante da turma de forma que, ao término das apresentações, todos os alunos da classe tenham o texto completo (em suas 5 partes).</p> <p>AValiação: contínua – o professor pode atribuir uma determinada nota à participação dos</p> |

| | |
|---|---|
| | alunos na leitura e interpretação dos textos. |
| ANÁLISE ESTRUTURAL DA SEQUÊNCIA ADAPTADA | <p>APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA Evidenciamos novamente o papel dos questionamentos na interação ensino-aprendizagem como um elemento contributivo ao processo de construção do conhecimento. Sugerimos que os alunos (em equipe) formulem questões do assunto a ser apresentado nos seminários. No aspecto “avaliação”, incentivamos a construção de perguntas por parte dos alunos acerca dos textos propostos para os seminários. Dado que segundo a teoria da aprendizagem significativa crítica o conhecimento humano constrói-se mediante a busca de respostas, será coerente com essa teoria considerar que na presente sequência pressupõe-se ser mais relevante estimular os alunos a perguntarem e questionarem do que cobrar respostas prontas e memorizadas dos mesmos.</p> <p>DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS Os textos entregues às equipes concentram explicações científicas para as questões evolutivas. Em continuidade ao processo de intervenção nas concepções prévias dos alunos cabe ao professor evidenciar a importância do conhecimento científico. Muitas questões da Educação Científica estão imersas nas bases atuais da Didática das Ciências e são compreendidas, muitas vezes, como produtos culturais. Entre elas, destacamos a visão da “Ciência como atividade transformadora”. Segundo Adúriz-Bravo (2001), vários autores como Hacking, Artigas, Estany e Echeverría, suscitam a discussão da ação transformadora da Ciência no que diz respeito à realidade natural e cultural do mundo. Nessa perspectiva, Echeverría argumenta que a Ciência – como uma forma de representação do mundo – possui a capacidade de intervir no mesmo e “esta caracterização nos provê de uma ferramenta poderosa para demarcar a Ciência de outros tipos de representações, menos eficazes para intervir a grande escala” (Echeverría apud Adúriz-Bravo, 2001, p. 294-295).</p> <p>VALORES COGNITIVOS São efetivamente utilizados nos textos entregues aos estudantes. Esses textos foram intencionalmente adaptados de forma a expressar (implicitamente) os valores cognitivos visualizados em nossa síntese histórico-epistemológica do darwinismo. Portanto, nessa etapa da sequência os valores cognitivos foram utilizados na condição de “guias epistemológicos” (nos textos) como elementos capazes de focalizar, na apresentação dos episódios históricos presentes nos textos, as características de consistência, poder explicativo, adequação empírica, simplicidade e consiliência da teoria darwiniana.</p> <p>HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA Optamos, intencionalmente, por utilizar textos elaborados segundo a perspectiva histórico-epistemológica. Como já abordamos no referencial teórico desse estudo, pautamo-nos nas vantagens pedagógicas consensualmente reconhecidas pela comunidade científica em relação à utilização desse tipo de abordagem na Educação Científica.</p> |
| ETAPAS ADAPTADAS | 6^a APRESENTAÇÕES E SÍNTESE |
| SEQUÊNCIA DIDÁTICA ADAPTADA PARA O ENSINO DO CONTEÚDO “EVOLUÇÃO BIOLÓGICA” | <p>a) <u>Na aula seguinte, são apresentados os seminários.</u> (As questões elaboradas por cada grupo são recolhidas pelo professor). O professor motiva os alunos a discutirem as informações presentes nos textos (objeto de seminário), proporcionando uma reflexão. Faz-se uma síntese de todo conteúdo.</p> <p>Em seguida, o professor anuncia que na próxima aula todos deverão trazer o texto (completo) para a realização de atividades.</p> <p>AValiação: contínua – o professor pode atribuir uma determinada nota às apresentações dos seminários e também às questões elaboradas pelas equipes.</p> |
| ANÁLISE ESTRUTURAL DA SEQUÊNCIA ADAPTADA | <p>A análise estrutural dessa etapa é homóloga à etapa anterior (nº 5), devido ao fato de que as atividades propostas na etapa nº 5 estendem-se a essa etapa.</p> <p>VALORES COGNITIVOS Por meio dos seminários o professor continuará evidenciando (agora com base em estudos científicos), os valores cognitivos presentes nas informações apresentadas pelas equipes.</p> |

| | |
|---|---|
| ETAPAS | 8^a |
| EXEMPLAR GENÉRICO (Zabala, 1998) | <i>“Exercícios de memorização. Os estudantes, individualmente, realizam exercícios de memorização que lhes permitem lembrar dos resultados das conclusões, da generalização e da síntese” (Zabala, 1998, p. 58-grifo nosso).</i> |
| ETAPAS ADAPTADAS | 7^a ATIVIDADES |
| SEQUÊNCIA DIDÁTICA ADAPTADA PARA O ENSINO DO CONTEÚDO “EVOLUÇÃO BIOLÓGICA” | <p>a) Os estudantes, individualmente, (com a possibilidade de consultar o texto trabalhado), respondem as questões elaboradas pelos grupos e organizadas em documento próprio pelo professor.</p> <p>“ATENÇÃO”: as questões devem ser reformuladas pelo professor, segundo os seguintes tipos de perguntas: focalização, confirmação e inquirição (veja a explicação na análise estrutural abaixo).</p> <p>b) O professor aplica o questionário aos alunos.</p> <p>AValiação: contínua – o professor pode atribuir uma determinada nota ao questionário respondido pelos alunos.</p> |
| ANÁLISE ESTRUTURAL DA SEQUÊNCIA ADAPTADA | <p>APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA Continuamos trabalhando com questionamentos na interação ensino-aprendizagem. No que diz respeito à avaliação, enfatizamos que as respostas das atividades poderão estar repletas de erros conceituais. Isso (o erro) deve ser aproveitado como um fator de aprendizagem. Se o progresso do conhecimento científico é condicionado a reformulações e correções, porque não considerar essa condição no processo de aprendizagem? É relevante, no âmbito da aprendizagem significativa crítica, incentivar os discentes a detectarem seus erros, a partir de um referencial científico pertinente e de atividades pedagogicamente elaboradas (como as atividades sugeridas nessa etapa da sequência), de modo que tais alunos estejam conscientes de que devem buscar por respostas e explicações adequadas cientificamente.</p> <p>DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS Que tipo de perguntas podem ser utilizadas nessa atividade? A partir de referenciais da Didática sugerimos os seguintes tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • FOCALIZAÇÃO – ajudam o aluno a seguir certo percurso de raciocínio. Ex: “qual a diferença entre isso e aquilo?” • CONFIRMAÇÃO – quando o professor quer se certificar de que os alunos leram e compreenderam o texto. Ex: “com base no autor..., o que podemos dizer a respeito de...” • INQUIRIÇÃO – o professor procura saber o pensamento dos alunos a respeito de determinado assunto; sua compreensão do conteúdo; sua opinião. Ex: “de acordo com suas palavras, como você explica...” (Ponte & Serrazina, 2000). <p>Obs. Os professores devem estar atentos a evidenciar possíveis questionamentos (dos alunos) para os quais a teoria da evolução de Darwin não oferece respostas satisfatórias. Isso poderá favorecer e estimular novas pesquisas em outras construções teóricas, como a Teoria Sintética da Evolução, a Genética Mendeliana, a Teoria da Endossimbiose Sequencial, entre outras.</p> <p>VALORES COGNITIVOS Nas questões elaboradas pelas equipes o professor continua evidenciando a presença de valores cognitivos implícitos nas mesmas.</p> |
| ETAPAS | 9^a |
| EXEMPLAR GENÉRICO (Zabala, 1998) | <i>“Prova ou exame. Na classe, todos os alunos respondem às perguntas e fazem os exercícios do exame durante uma hora” (Zabala, 1998, p. 58, grifo nosso).</i> |
| ETAPAS ADAPTADAS | 8^a FEEDBACK DAS ATIVIDADES |
| SEQUÊNCIA DIDÁTICA ADAPTADA PARA | a) Na aula seguinte, após correção, o professor lê e responde as questões com os alunos, proporcionando um <i>feedback</i> dos conteúdos estudados; |

| | |
|---|---|
| O ENSINO DO CONTEÚDO “EVOLUÇÃO BIOLÓGICA” | <p>Pensamos que a “visualização”, por parte dos alunos, das respostas incorretas (mediante seu confronto com proposições científicas), esclareça eventuais dúvidas.</p> <p>ATIVIDADE COMPLEMENTAR:</p> <p>JOGO “Guerra dos bicos” – Com a finalidade de fixar os principais conceitos estudados (especificamente a teoria da seleção natural), após a correção do questionário o professor realiza com os alunos o jogo “Guerra dos bicos”.</p> <p>AVALIAÇÃO: contínua – o professor pode atribuir uma determinada nota à participação dos alunos na correção das questões bem como na participação da atividade complementar.</p> |
| ANÁLISE ESTRUTURAL DA SEQUÊNCIA ADAPTADA | <p>APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA</p> <p>No que diz respeito à avaliação, evidenciamos a implementação de outro elemento favorável à aprendizagem significativa – a utilização de diferentes estratégias de ensino. O jogo “Guerra dos bicos” foi pensado como uma estratégia diferenciada para o ensino de evolução biológica, principalmente para reforçar noções da seleção natural. Pensamos que a lousa não é a única estratégia possível a ser usada. A ludicidade proposta por essa atividade objetiva aguçar a coletividade, a descontração e estímulo dos alunos para a compreensão dos conceitos científicos da seleção natural trabalhados na atividade.</p> <p>VALORES COGNITIVOS</p> <p>Por meio da atividade complementar “Guerra dos bicos”, esperamos enfatizar, ludicamente, os valores cognitivos adequação empírica e simplicidade;</p> <p>Nessa etapa será possível, ao professor, analisar o índice de valoração dos estudantes por meio das atividades realizadas por eles ao longo da sequência e, assim, evidenciar a ocorrência ou não dos valores cognitivos que se esperava enfatizar. Pensamos que um incremento crescente do índice da frequência desses valores em tais atividades indique, entre outras coisas, elementos na avaliação da eficácia dessa unidade didática.</p> |
| ETAPAS | 10^a |
| EXEMPLAR GENÉRICO (Zabala, 1998) | <p><i>“Avaliação. A partir das observações que o professor fez ao longo da unidade e a partir do resultado da prova, este comunica aos alunos a avaliação das aprendizagens realizadas”</i> (Zabala, 1998, p. 58-grifo nosso).</p> |
| ETAPAS ADAPTADAS | 9^a DIVULGAÇÃO DAS ATIVIDADES |
| SEQUÊNCIA DIDÁTICA ADAPTADA PARA O ENSINO DO CONTEÚDO “EVOLUÇÃO BIOLÓGICA” | <p>ATIVIDADE COMPLEMENTAR:</p> <p>Mediante o cumprimento de todas as etapas anteriores, o professor sugere que os alunos (juntamente com o professor) elaborem uma apresentação (para vídeo-projeção) com os conhecimentos adquiridos do tema “evolução biológica” (segundo essa sequência didática), que poderá ser divulgada na internet (www.youtube.com) como resultado dos estudos desempenhados nas últimas aulas.</p> <p>AVALIAÇÃO: contínua e compartilhada. Pode-se pensar em uma análise coletiva das apresentações produzidas, finalizando a unidade com uma atividade colaborativa. Se necessário, poderá ser atribuída uma determinada nota à participação dos alunos na montagem e divulgação das apresentações.</p> |

Quadro 1 – Sequência didática.

Análise docente da sequência didática

Para a análise de nossa sequência didática, buscamos a colaboração de professores de Biologia das esferas Básica e Superior de ensino – da cidade de Londrina/PR –, segundo o estabelecimento dos critérios: fossem biólogos de formação; trabalhassem ou tivessem trabalhado

com o ensino de evolução por um período mínimo de cinco anos¹⁰; fossem disponíveis a entrevistas e se dispusessem a analisar nosso material.

O percurso metodológico para coleta e análise dos dados foi realizado em duas etapas. Em primeiro lugar, encontramos com cada um dos professores voluntários a fim de esclarecê-los dos objetivos de nossa pesquisa, haja vista que “o investigador explicita os seus interesses e tenta que os sujeitos que vai estudar cooperem consigo” (Bogdan & Biklen, 1994, p. 115).

Na primeira fase de tomada de dados, realizamos entrevistas com os professores voluntários, objetivando investigar sua formação inicial e em serviço, além de sua experiência no ensino de evolução a fim de construir seu perfil profissional.

Tais entrevistas, obedecendo aos pressupostos da pesquisa qualitativa, preconizaram a interação social, o diálogo e a compreensão do assunto investigado. De acordo com Bogdan & Biklen (1994, p. 135), “nas entrevistas semi-estruturadas fica-se com a certeza de se obter dados comparáveis entre os vários sujeitos”.

Assim, no que diz respeito ao perfil dos profissionais que analisaram a sequência e emitiram pareceres acerca da mesma, evidenciamos que são todos biólogos e já atuaram há pelo menos cinco anos no ensino de evolução biológica em escolas públicas e/ou privadas da Educação Básica. Além da graduação, todos já fizeram algum curso de especialização; três possuem mestrado na área de Ensino de Ciências, sendo que dois deles desenvolvem doutoramento na mesma área. Quanto à atuação profissional, dos quatro professores considerados, dois trabalham no Ensino Básico e Superior. Quanto aos outros, um atua somente na Educação Básica e o outro igualmente no Ensino Superior.

Posteriormente, entregamos a sequência de ensino elaborada a esses professores para que cada um deles fizesse uma análise da mesma por meio de um questionário semi-estruturado (validado a partir de análise e discussão entre os autores com dois biólogos que atuam nos níveis Médio e Superior de Ensino), acompanhado de um roteiro de análise. Nossa intenção consistiu em submeter a sequência construída a docentes da área a fim de que os mesmos emitissem pareceres a respeito da efetividade e dos benefícios do material, bem como apontassem falhas e sugestões.

Abaixo, enunciamos as dezessete perguntas que compuseram esse questionário.

- *De acordo com sua experiência, o tempo (em aulas) sugerido para a aplicação da sequência é apropriado?*
- *O modo como o conteúdo “evolução biológica” está apresentado nas etapas da sequência é adequado? Sim ou não? Especifique.*
- *Há clareza nas explicações (para o professor) sobre como realizar cada etapa da sequência apresentada e as atividades nelas incluídas?*
- *Os textos utilizados na 5ª etapa da sequência estão bem elaborados? A linguagem é apropriada? Comente.*
- *As atividades sugeridas (em classe e extraclasse) são adequadas? O que você mudaria ou acrescentaria?*
- *De acordo com sua opinião, o modo como os valores cognitivos estão inseridos na sequência (em atividades, textos e questões) é didaticamente apropriado? Comente.*
- *Segundo sua análise, há algum tipo de dificuldade (por parte do professor), na visualização dos valores cognitivos implícitos nas atividades dos alunos? Comente.*

¹⁰ Os critérios para o estabelecimento de um período mínimo de cinco anos de docência foram o término do período probatório de tais profissionais em instituições públicas de ensino e o indicativo de que os professores possuísem experiência no ensino do conteúdo em questão.

- *Ao longo da sequência didática é possível observar o índice (frequência) com que os valores cognitivos vão “aparecendo” nas atividades dos alunos? Comente.*
- *A sequência instrui os professores para realizarem tal observação? Comente.*
- *Como você avalia o envolvimento dos alunos em todo percurso da sequência?*
- *E o envolvimento do professor?*
- *Os recursos utilizados (vídeo, computador, etc...) são pertinentes? Contribuem positivamente com a proposta? Comente.*
- *Quanto às atividades complementares (das etapas 8 e 9 sequência), são viáveis? São apropriadas?*
- *As avaliações sugeridas em cada etapa, como você avalia?*
- *Existem aspectos importantes do conteúdo “evolução biológica” que não são abordados na sequência? Quais?*
- *Você vê vantagens na sequência apresentada em relação ao modo como os livros didáticos (que você conhece) apresentam o mesmo conteúdo? Se sim, que vantagens são essas?*
- *Há críticas e/ou sugestões que gostaria de evidenciar?*

Considerando as informações acima delineadas, destacamos as características qualitativas desse estudo: os dados empíricos compreendem as respostas obtidas por meio das entrevistas e dos questionários; o foco de interesse consiste no processo, ou seja, pesquisa e identificação de polêmicas no ensino de evolução e a investigação e construção de uma sequência didática para o ensino desse tema.

Análise Textual Discursiva para uma compreensão dos dados

No presente trabalho, para o tratamento e a interpretação dos dados coletados por meio dos questionários, utilizamos os aportes da *Análise Textual Discursiva*, um tipo de abordagem que tem sido largamente adotada em pesquisas qualitativas, contribuindo para a compreensão de dados obtidos por meio de diferentes instrumentos de investigação como entrevistas, questionários e relatórios. A respeito desse tipo de abordagem metodológica, Moraes (2003) esclarece que

[...] pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: a unitarização – desconstrução dos textos do corpus; a categorização – estabelecimento de relações entre os elementos unitários; e por último o captar de um novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (Moraes, 2003, p. 192).

Seguindo a ordenação estrutural de eventos acima descrita, apresentamos abaixo as categorias, suas respectivas unidades de análise e o metatexto elaborado a partir das mesmas, segundo os questionários coletados.

Análise das respostas ao questionário

Na perspectiva da *Análise Textual Discursiva*, de posse dos questionários respondidos, iniciamos o percurso das etapas subsequentes enunciadas por Moraes (2003), ou seja, a desconstrução do *corpus* mediante os processos de unitarização, categorização de possíveis unidades e subunidades de análise encontradas e, por fim, captação do novo emergente mediante a construção de um metatexto.

Assim, durante um processo cada vez mais específico de pormenorização dos dados (respostas dos questionários), objetivando sua necessária organização, submetemo-los aos processos de identificação e decodificação configurados nos seguintes indicadores simbólicos:

- P1, P2, P3 e P4 – para distinguir as respostas dos quatro professores envolvidos no processo de análise. P1 e P4 possuem mestrado na área de Ensino de Ciências e atuam nos níveis Médio e Superior de Ensino. Já o professor P3, com mestrado na mesma área, trabalha exclusivamente no Ensino Superior. O professor P2, por sua vez, atua apenas no nível médio e possui especialização na área de Biologia aplicada à saúde.
- Q1, Q2,..., Q17 – para localizar a questão a qual estamos nos reportando dentre as dezessete que compõem o questionário;
- L1, L2, L3... – para definir precisamente a(as) linha(s) considerada(s) na análise entre as diferentes respostas.

A seguir, apresentamos as categorias estabelecidas e suas respectivas unidades e subunidades de análise, acompanhadas de explicações e justificações mediante a reescrita de exemplos (amostras) de fragmentos textuais que ratificam o significado assumido e intitulado no processo de unitarização. Concomitantemente, agregamos reflexões (sínteses) a respeito de cada uma das unidades de análise que serão usadas na elaboração do metatexto.

I) CATEGORIA “ASPECTOS DIDÁTICO-SINTÁTICOS”: reúne informações referentes à estrutura da sequência didática e à disposição de seus elementos no corpo de apresentação, ou seja, um olhar sistêmico quanto à sua organização estrutural numa perspectiva didática.

| Unidade de análise: Tempo (em aulas) de aplicação da sequência | |
|---|---|
| Subunidade Inapropriado | <i>Creio que [...] seria preciso mais 2 ou 3 aulas. Por exemplo, creio que a realização das etapas 1, 2, 3 e 4 (até item b) em apenas uma aula não é possível (mas isso pode ser porque eu falo demais). Outro momento que penso ser necessário um tempo maior é na aplicação do JOGO [...] P1, Q1, L1-5</i> <i>De acordo com a minha experiência docente, considero o tempo sugerido limitado, pois trata-se de uma sequência didática com ênfase nas interações discursivas entre prof. e alunos. O tempo reduzido poderia levar os profs a “acelerar” os conteúdos específicos [...] P4, Q1, L1-5</i> |
| Síntese da unidade de análise | Fica claro, segundo as respostas dos professores, que o tempo (em aulas) previsto na sequência é insuficiente, sobretudo considerando a quantidade de atividades, discussões e interações previstas na unidade didática. |

Quadro 2 – fragmentos textuais da análise docente.

| Unidade de análise: Disposição do conteúdo | |
|---|--|
| Subunidade Pedagogicamente distribuído | <i>Sim. Metodologicamente ok. Levantamento de conhecimentos prévios, associação de novas informações/enriquecimento com tentativas de predisposição associadas, avaliação do processo. P3, Q2, L1-3</i> <i>Sim, adequado. Para mim, trata-se de uma sequência bem formulada e inovadora. [...] observa-se que as etapas não são estanques, já que a 4ª etapa (pesquisa) se faz necessária na 5ª etapa (Introdução de conceitos científicos), [...] outro exemplo, apresentações e síntese (6ª etapa) são ações requeridas na 3ª etapa (Deliberação). P4, Q2, L1-6</i> |
| Subunidade Passível de Melhorias | <i>Não [o modo de apresentação dos conteúdos na sequência não é adequado], muito extenso. P2, Q2, L1</i> |
| Síntese da unidade de análise | Para a maioria dos professores, a disposição dos conteúdos – na sequência – é satisfatória, integradora e coerente com as intenções pedagógicas almejadas. |

Quadro 3 – fragmentos textuais da análise docente.

| Unidade de análise: Capacidade auto-explicativa da sequência | |
|---|--|
| Subunidade Adequada | <i>Sim. Creio que os docentes poderiam seguir as explicações sem nenhum problema. Elas são muito claras e possibilitam ao professor que “se programe” para os passos seguintes [...] P1, Q3, L 1-3</i> <i>Sim. P2, P3, Q3, L1</i> <i>Sim. As explicações são bem feitas e esclarecedoras. P4, Q3, L1</i> |
| Síntese da unidade de análise | A sequência instrui os aplicadores (professores) acerca da importância das etapas, bem como possibilita aos mesmos um bom entendimento dos eventos que devem ser realizados em cada uma delas. |

Quadro 4 – fragmentos textuais da análise docente.

II) CATEGORIA “ASPECTOS AXIOLÓGICOS NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM”: diz respeito à análise da presença dos valores cognitivos nas diferentes etapas da sequência didática e à função pedagógica assumida por eles durante todo percurso da mesma.

| Unidade de análise: Inserção de Valores Cognitivos na sequência | |
|---|---|
| Subunidade Possibilidade de visualização de valores cognitivos implícitos nas atividades dos alunos | <i>Sim. A ocorrência desses valores certamente se dará de forma bem evidente (...) as atividades propostas proporcionam aos alunos inúmeras chances de expressá-los. P1, Q8, L1-3</i> <i>Sim. Associado às instruções do professor (...), é bastante provável que se alcance a observação da manifestação desses valores nas respostas dos alunos ao final do processo. P3, Q6, L1-4</i> |
| Subunidade Apropriada, mas passível de melhorias | <i>Respondendo a cada um dos itens da questão: <u>Atividades</u>, nas atividades propostas pelo autor deste trabalho aparecem os valores cognitivos adequação empírica e simplicidade. <u>Textos</u>, nos textos aparecem valores cognitivos no texto “Darwin e a origem das espécies” de forma bem explicada. Nos dois últimos textos, os valores são mais citados do que explicados. Sugiro que estes textos sigam o mesmo padrão do anterior. [...] P4, Q6, L1-6</i> |
| Subunidade Limitações na visualização de valores cognitivos nas atividades dos alunos | <i>Difícil responder essa questão [da visualização de valores cognitivos nas atividades], pois não apliquei a atividade com os alunos (...). P4, Q7, L1-3</i> |
| Síntese da unidade de análise | Indica-se que a sequência instrui corretamente os professores (que irão aplicá-la) no que compete ao significado, a importância e o papel dos valores cognitivos na unidade de ensino. Os registros evidenciam, também, que a percepção do aumento progressivo da presença de valores nas atividades dos alunos é possível, sobretudo porque as atividades e os textos favorecem e impulsionam nessa direção. Assim, adicionamos que futuras aplicações em sala de aula poderão melhor arrazoar quanto à viabilidade da utilização dos valores cognitivos na sequência de ensino considerada. |

Quadro 5 – fragmentos textuais da análise docente.

III) CATEGORIA “ASPECTOS PEDAGÓGICOS DE APRENDIZAGEM”: abrange os aspectos pertinentes ao processo de Aprendizagem do tema “evolução biológica”. Nessa categoria, reunimos informações referentes ao lugar ocupado pelos alunos na sequência, além da adequação dos textos e atividades que a constituem, a fim de promover uma análise de sua estrutura pedagógica geral.

| Unidade de análise: Linguagem dos textos e atividades | |
|--|---|
| Subunidade Compatível com o nível cognitivo dos alunos | <i>Penso que sim. Eu apenas acrescentaria em cada um dos textos mais datas, isso porque acredito que evidenciar a “linha do tempo” auxilia os alunos a compreenderem como a história se desenrolou. P1, Q4, LI-9</i> <i>Linguagem ok. P3, Q4, LI</i> |
| Subunidade Passível de Melhorias | <i>Acredito que para os alunos precisem ser reformulados, com uma linguagem mais clara e próxima dos alunos. P2, Q4, LI-2</i> <i>[...] os textos seguem a norma culta da Língua Portuguesa e apresenta linguagem apropriada para o público docente, embora necessite explicar com mais clareza alguns conceitos, sugiro uma adaptação na linguagem científica voltada aos alunos do Ensino Médio. P4, Q4, LI-7</i> |
| Síntese da unidade de análise | Para um público docente, o nível dos textos está bom. Porém, seria razoável aproximar mais a linguagem dos textos ao se trabalhar com alunos do nível médio de Ensino. Nesse sentido, alguns termos poderiam ser mais bem explicados. Além disso, o acréscimo de datações, ao longo dos textos, poderia melhor localizar – historicamente – os leitores. |

Quadro 6 – fragmentos textuais da análise docente.

| Unidade de análise: Atividades extraclasse | |
|---|--|
| Subunidade Passíveis de melhorias | <i>[...] eu tentaria [...] colocar valores de notas para todas as atividades, como um estímulo, já que só o estímulo interesse é muito pouco na atual situação das salas de aula. P2, Q5, LQ-6</i> <i>Sugestão: como cada grupo recebe um dos 5 textos, há a possibilidade de incluir no final de cada um algumas questões que inquietem o grupo com relação às partes não analisadas. P3, Q5, LI-5</i> |
| Subunidade Condicionadas pelo nível socioeconômico dos alunos | <i>São adequadas. Aqui quero ressaltar que há necessidade de se pensar no nível socioeconômico dos alunos, pois há classes muito heterogêneas nesse sentido (...). P4, Q5, LI-4</i> |
| Síntese da unidade de análise | Algumas medidas como a leitura integral dos textos (no caso dos seminários), a inserção de questões problematizadoras nos mesmos e a atribuição de “nota” poderiam contribuir para um melhor êxito das atividades extraclasse. Além disso, é sinalizada a importância de se considerar o nível socioeconômico dos alunos, haja vista que alguns deles poderão não ter condições de adquirir os materiais necessários às atividades bem como o acesso a diferentes meios de pesquisa. |

Quadro 7 – fragmentos textuais da análise docente.

| Unidade de análise: Atividades complementares | |
|--|---|
| Subunidade Viáveis | <i>Penso serem viáveis e apropriadas. P1, Q13, LI</i> <i>São excelentes. Gostei do retorno ao vídeo, agora com a produção dos próprios alunos. P4, Q13, LI-2</i> |
| Síntese da unidade de análise | Segundo os professores que responderam o questionário, as atividades complementares são viáveis e apropriadas. |

Quadro 8 – fragmentos textuais da análise docente.

| Unidade de análise: Envolvimento dos alunos | |
|--|--|
| Subunidade Favorecido pela sequência | <i>São bastante requisitados para uma postura ativa perante as atividades. P3, Q10, LI</i> <i>Os alunos teriam um envolvimento participativo com ênfase argumentativa, tanto pela via oral quanto pela escrita, de suas concepções. P4, Q10, LI-3</i> |
| Síntese da unidade de análise | Não obstante a necessária adesão dos alunos à sequência, fica evidenciado que a mesma favorece uma participação ativa dos alunos ao longo de seu percurso, mediante as diferentes atividades sugeridas. |

Quadro 9 – fragmentos textuais da análise docente.

| Unidade de análise: Recursos didáticos | |
|--|---|
| Subunidade Apropriados, mas condicionados às condições estruturais das escolas | <i>Os recursos utilizados podem enriquecer a aula, mas podem ser sugeridas outras formas de representação caso as escolas possuam laboratório de informática com sérios problemas (impossibilitando os alunos de utilizarem para a realização da última etapa). P3, Q12, L1-4</i> <i>[...] a proposta apresenta-se no plano ideal e, com certeza, sofrerá adaptações em relação aos recursos didáticos almejados, pois não leva em consideração as condições atuais da tecnologia educacional das escolas. P4, Q12, L2-5</i> |
| Síntese da unidade de análise | A utilização dos recursos didáticos sugeridos na sequência deve ser revista à luz da realidade de cada escola, podendo, em alguns casos, sofrer adaptações. |

Quadro 10 – fragmentos textuais da análise docente.

| Unidade de análise: Avaliação | |
|--|--|
| Subunidade Apropriada, mas condicionadas à realidade de ensino | <i>Creio serem válidas. O professor poderia acrescentar ou suprimir alguma em função da sua realidade. P1, Q14, L1-2</i> <i>Boas propostas, mas considere a realidade de cada sala. P2, Q14, L1</i> <i>Adequadas. Podem ser substituídas dependendo da necessidade do professor. P3, Q14, L1-2</i> |
| Subunidade Apropriada, mas passível de melhorias | <i>São necessárias e sugeridas em momentos adequados. Entretanto, elas têm cunho quantitativo e estão de acordo com o sistema de avaliação da SEED/PR. Sugiro uma avaliação qualitativa na 2ª etapa, para não inibir os alunos no desenvolvimento do item a da 3ª etapa (Deliberação). P4, Q14, L1-7</i> |
| Síntese da unidade de análise | Para o caso das avaliações, embora a sequência oportunize vários momentos para sua execução, deve ser levada em conta a realidade de ensino apresentada por cada sala de aula. Dessa forma, a quantidade tanto quanto os tipos de avaliação poderão variar. Além disso, é sugerida a inserção de uma avaliação qualitativa na sequência a fim de combater a inibição dos alunos na fase de deliberação das concepções prévias. |

Quadro 11 – fragmentos textuais da análise docente.

| Unidade de análise: Vantagens na utilização da sequência, na perspectiva do ensino e da aprendizagem dos conteúdos evolutivos. | |
|---|--|
| Subunidade Presentes | <i>A reconstrução histórica, o método de investigação, as metodologias de interação, e o impulso para o pensamento científico apresentam vantagens inquestionáveis sobre a forma de como o conteúdo é trazido pelo livro didático. P3, Q16 e 17, L1-3</i> <i>[...] para mim, o modo como a sequência didática é apresentada é inovadora. É <u>didática</u> mesmo. Arrisco a dizer que não há como o prof. se “perder”. [...] ainda em relação aos textos, quero enfatizar também a vantagem dos balões com comentários a respeito dos valores cognitivos. [...] desenvolve inúmeras habilidades centradas nos conteúdos atitudinais/procedimentais dos alunos, além dos conteúdos conceituais [...] P4, Q16 e 17, L1-14</i> |
| Subunidade Condicionadas a testes de aplicação | <i>Veja, embora inicialmente me pareça uma forma mais dinâmica e crítica de se trabalhar o conteúdo, acredito que é necessário uma aplicação prática para podermos comparar ao que usamos comumente. Às vezes, uma ideia que parece muito promissora na teoria, na prática se revela cheia de inadequações. P1, Q16 e 17, L1-6</i> |
| Síntese da unidade de análise | Embora sejam necessárias aplicações – em sala de aula – para se aferir as vantagens da sequência em relação a outros materiais didáticos, para a maioria dos professores é possível visualizar algumas vantagens em decorrência da disposição do conteúdo, da abordagem histórica utilizada, das atividades que favorecem a interação, das explicações dos valores cognitivos, da contemplação intencional dos conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais. |

Quadro 12 – fragmentos textuais da análise docente.

| | |
|---|---|
| Unidade de análise: Omissão de aspectos (conteúdos e/ou conceitos) importantes acerca do tema “evolução biológica” na sequência. | |
| Subunidade Inexistente | <i>Não acredito, [que tenham sido omitidos conteúdos/conceitos] P1, Q15, L1-2</i> <i>[...] a seção que trata os conceitos sobre as teorias da evolução biológica estão adequadas. P3, Q15, L3-4</i> <i>Neste momento acredito que não [houve omissão de conteúdos/conceitos]. P4, Q15, L1</i> |
| Síntese da unidade de análise | As respostas esclarecem que não foram omitidos conceitos/conteúdos do tema “evolução biológica” na sequência construída. |

Quadro 13 – fragmentos textuais da análise docente.

IV) CATEGORIA “MOBILIZAÇÃO DOCENTE”: aborda os aspectos relacionados ao processo de ensino do tema “evolução biológica”, por meio da sequência. Reúne informações quanto ao papel dos professores na sequência, seu domínio do conteúdo, sua pré-disposição para ensinar e sua capacidade de compreender as diferentes realidades das salas de aula para, então, favorecer o processo de aprendizagem.

| | |
|--|---|
| Unidade de análise: Visualização de valores cognitivos nas atividades discentes | |
| Subunidade Condicionada à abordagem epistemológica do professor | <i>Sim. Há a intenção de que os valores cognitivos “apareçam”, mas, na prática da sala de aula, isso dependerá da epistemologia apresentada e desenvolvida pelo professor sobre o assunto. P4, Q8, L1-3</i> |
| Subunidade Condicionada aos conhecimentos docentes | <i>Depende do professor. É muito grande ainda o número de docentes criacionistas, ou os que dominam de forma muito superficial conceitos básicos de genética e evolução. P1, Q7, L1-3</i> <i>Sim. Porém há a necessidade de se conhecer o pensamento docente sobre o assunto. P4, Q9, L1-6</i> |
| Síntese da unidade de análise | Segundo as repostas analisadas, a visualização dos valores cognitivos, por parte do professor nas respostas dos alunos, está condicionada ao seu domínio do conteúdo ensinado – o que nos faz pensar sua formação inicial e em serviço. |

Quadro 14 – fragmentos textuais da análise docente.

| | |
|---|--|
| Unidade de análise: Envolvimento dos professores | |
| Subunidade Pré-disposição para ensinar | <i>É necessário ter um envolvimento total do professor. P2, Q11, L1</i> <i>A proposta requer um prof. ativo, criativo, inventivo; um prof. interessado em inovar o ensino de Evolução. P4, Q11, L1-2</i> |
| Subunidade Relação com o domínio dos conhecimentos evolutivos e axiológicos | <i>Acredito que o envolvimento do professor acontecerá na mesma proporção em que ele domine o conteúdo. P1, Q11, L1-2</i> <i>O professor deverá estar envolvido na aplicação e ter bastante consciência dos valores que deverá perceber ao longo do processo, a sequência exige essa característica para o seu sucesso. P3, Q11, L1-4</i> |
| Subunidade Disposição para o uso dos recursos didáticos | <i>[Os recursos didáticos sugeridos na sequência] São pertinentes e contribuem certamente. Porém, para tanto, é preciso que sejam corretamente utilizados pelo professor. P1, Q12, L1-2</i> |
| Subunidade Relação com o envolvimento dos alunos | <i>Penso que se o professor seguir a sequência apresentada, o envolvimento dos alunos será bastante satisfatório. P1, Q10, L1-2</i> |
| Síntese da unidade de análise | O professor, além de conhecer (saber) o que está ensinando (seja no domínio dos conceitos evolutivos ou axiológicos) deverá apresentar uma pré-disposição para ensinar por meio da sequência. Para explorar os benefícios dos recursos didáticos, por exemplo, deve haver primeiro um interesse de sua parte. |

Quadro 15 – fragmentos textuais da análise docente.

Antes de apresentarmos uma síntese da análise docente, esclarecemos a origem das categorias acima explicitadas. Quanto às três primeiras (aspectos didático-sintáticos; aspectos axiológicos no ensino e na aprendizagem; aspectos pedagógicos de aprendizagem), evidenciamos que suas ideias iniciais já estavam preestabelecidas antes mesmo da análise dos dados, pois, recordando os próprios objetivos da pesquisa, havia um grande interesse nas impressões dos professores no que compete à estrutura didática de sequência, a viabilidade da utilização dos valores cognitivos no ensino, além das preocupações pedagógicas relativas à adequação (em termos cognitivos) do conteúdo, das atividades e dos textos ao público alvo.

A última categoria, entretanto, (mobilização docente), emergiu do próprio corpo de dados. Frequentemente, a figura do professor apareceu associada ao “bom” funcionamento dos eventos previstos na sequência. Por isso, agregamos a essa ideia o termo “mobilização”, ao entendermos que professores dispostos, proativos e engajados, serão capazes de “movimentar” e “conduzir” seus alunos no percurso da unidade didática, segundo a abordagem epistemológica prevista por ela. Daí, a necessidade de se criar uma categoria específica.

Uma síntese das respostas dos professores

Realizamos uma análise das informações obtidas por meio dos questionários respondidos pelos professores (voluntários) acerca da sequência didática a eles apresentada. Trata-se de uma reflexão – à luz da Análise Textual Discursiva – das análises que eles realizaram dessa sequência. Definimos esse processo como uma *metanálise*.

As análises dos professores sugerem que a disposição dos conteúdos – na sequência – é satisfatória, integradora e coerente com as intenções pedagógicas almejadas. Todavia, para a maioria deles, o tempo (em aulas) parece ser insuficiente ao se considerar a quantidade de atividades, discussões e interações previstas (embora tenhamos sugerido apenas um número mínimo de aulas). Certamente, após algumas aplicações da sequência, poderemos melhor arrazoar quanto ao tempo médio necessário para o seu cumprimento, mas esse tempo será sempre condicionado pelo contexto escolar e pedagógico que cada professor encontrar.

Segundo os mesmos professores, a sequência instrui seus aplicadores quanto à importância das etapas, bem como possibilita aos mesmos um bom entendimento dos eventos que devem ser realizados em cada uma delas. Porém, seria importante aproximar ainda mais a linguagem dos textos do nível cognitivo do público-alvo (alunos da última série da Educação Básica).

Ainda de acordo com os professores, não obstante as atividades normais e complementares serem viáveis e apropriadas, algumas medidas como a leitura integral dos textos (no caso dos seminários), a inserção de questões problematizadoras (nos mesmos) e a atribuição de “nota”, poderiam contribuir para um melhor êxito das atividades extraclasse. Além disso, é sinalizada a importância de se considerar o nível socioeconômico dos alunos, haja vista que alguns deles poderão não ter condições de adquirir os materiais necessários às atividades, bem como acesso a diferentes meios de pesquisa.

Apesar da necessária adesão dos alunos à sequência, fica claro que a mesma favorece uma participação ativa dos discentes, ao longo de seu percurso, mediante as diferentes atividades sugeridas. Já para o caso da participação docente, embora a maioria dos professores indique que não foram omitidos conceitos/informações do tema “evolução biológica” na sequência construída, fica evidenciada a necessidade do prévio domínio desse conteúdo por parte dos docentes.

Além dessa última condição, os entrevistados observaram a necessidade de haver pré-disposição para ensinar esse conteúdo e para usar novas estratégias pedagógicas. Professores desanimados não serão criativos, nem inventivos. Seu desinteresse certamente será percebido pelos

alunos e poderá prejudicar o bom êxito da implementação da sequência. A utilização dos recursos didáticos sugeridos, por exemplo, deve ser revista à luz da realidade de cada escola, podendo os mesmos, em alguns casos, sofrer adaptações. Entretanto, muitas vezes, cabe primeiro ao professor manifestar interesse no uso desses recursos.

Para o caso das avaliações, seguindo as análises, embora a sequência oportunize vários momentos para sua execução, deve ser levada em conta a realidade de ensino apresentada por cada sala de aula. Dessa forma, a quantidade tanto quanto os tipos de avaliação poderão variar.

As análises dos entrevistados relatam que a sequência instrui corretamente os professores (aplicadores) acerca do significado, a importância e o papel dos valores cognitivos na unidade de ensino e, ao mesmo tempo, possibilita a percepção do aumento progressivo desses valores (na produção dos alunos). No mesmo sentido, aludimos, porém, que tanto quanto o domínio dos conteúdos evolutivos, os docentes devem manifestar dedicação e interesse na compreensão dos valores cognitivos para, então, aproveitar seu poder pedagógico ao longo da sequência.

Ainda na perspectiva docente, vemos que o papel indispensável do professor no êxito da aplicação da sequência, traz à baila a discussão da importância de sua formação inicial e em serviço. Profissionais desatualizados, dogmáticos, resistentes a mudanças e inovações encontrarão dificuldades na aplicação da sequência estudada.

Assim, considerando as reflexões acima delineadas, concluímos que embora sejam necessárias aplicações – em sala de aula – para se aferir acerca de possíveis vantagens da sequência construída em relação a outros materiais didáticos, segundo a maioria dos professores que analisaram o material (a sequência), é possível já nessa fase (de construção e desenvolvimento pedagógico e didático) visualizar seus benefícios, em decorrência da disposição do conteúdo, da abordagem histórica utilizada, das atividades que favorecem a interação, das explicações axiológicas, da contemplação intencional de conteúdos atitudinais, procedimentais e factuais, além da atualização do referencial bibliográfico da temática em questão: o ensino da teoria darwiniana para explicações acerca da evolução dos seres vivos.

Mediante as análises docentes, percebemos também a importância e os reflexos dos aportes que fundamentaram esta pesquisa. A característica dinâmica, diversificada e provocadora tantas vezes percebida nas falas dos professores, nos remetem à utilização de uma boa teoria de aprendizagem (aprendizagem significativa crítica), cujas características centrais convergem compativelmente às características acima apresentadas.

O valor pedagógico das áreas de História e Filosofia da Ciência foram também percebidos nas falas docentes. Sua capacidade de explicar, fundamentar e orientar os processos de Ensino e de Aprendizagem foram destacados nas análises como diferenciais positivos em relação a outros materiais didáticos que não utilizam tais fundamentações.

A estrutura da sequência, unanimemente aprovada pelos professores, nada mais é do que o resultado de um estudo sistematizado do referencial de Didática das Ciências, que nos proporcionou não apenas estudar o processo de construção, mas, construir metodológica e efetivamente uma unidade de ensino comprometida não somente com o conteúdo a ser ensinado, mas com o estabelecimento de etapas e procedimentos pedagógicos que favorecessem tal empreendimento.

A inserção de valores cognitivos na sequência, dado seu caráter de novidade, surpreendeu-nos com relação ao seu grau de aprovação. Não obstante a necessidade de leituras e estudos específicos de conceitos axiológicos, os professores reconheceram o poder pedagógico desses valores na aprendizagem dos conteúdos evolutivos. Consequentemente, nossas impressões esclarecem que apresentar conteúdos científicos por meio da corroboração (implícita) de valores cognitivos poderá contribuir para que as teorias científicas sejam mais bem compreendidas segundo

seu contexto histórico-social, o que representa uma nova maneira de entender os motivos, processos e resultados das atividades científicas. Além disso, sua condição de “guias epistemológicos” (na sequência) nos apresenta sua capacidade de conduzir os estudantes rumo ao conhecimento científico, atuando como “filtros” de outros tipos de valores não favoráveis ao processo de aprendizagem.

Considerações Finais

Iniciamos esse artigo com a apresentação de diversos trabalhos nacionais e internacionais que discutem problemas nos processos de Ensino e de Aprendizagem do conteúdo “evolução biológica”, em diferentes níveis de ensino.

Em seguida, reconhecendo a necessidade de contribuir com o ensino de evolução em Biologia, iniciamos um estudo do processo de construção e sistematização de uma sequência didática capaz de suplantar os problemas frequentemente apontados em materiais didáticos utilizados para o ensino do tema. Nosso objetivo consistiu em apresentar o conteúdo do modo mais imparcial possível, ou seja, desvinculado de analogias, de explicações religiosas e concepções alternativas esperando, assim, contribuir para o seu correto entendimento por parte de alunos da série final da Educação Básica. Dessa forma, pesquisamos referenciais das áreas de Didática das Ciências e Aprendizagem Significativa Crítica, a fim de melhor compreendermos como seria possível construir a sequência de ensino pretendida.

Além do aporte dessas áreas, aprofundamos nossos conhecimentos quanto ao conteúdo a ser apresentado na unidade de ensino: evolução biológica. Assim, realizamos uma síntese histórico-epistemológica do pensamento evolutivo Darwiniano e, para tal empreendimento, utilizamos as contribuições da Historiografia da Ciência. Do mesmo modo, recorremos aos aportes de História e Filosofia da Ciência que, além de contribuírem para a fundamentação teórica da pesquisa, colaboraram igualmente na configuração de nossa proposta final – a construção de uma unidade de intervenção pedagógica.

Com o objetivo de elaborar um material diferenciado para o ensino de evolução, após a síntese histórico-epistemológica ter sido realizada, observamos, além das possíveis contribuições pedagógicas da perspectiva histórico-filosófica, a influência exercida pelos sistemas axiológicos na sistematização e aceitação das teorias darwinianas. Esse fato nos fez investigar, conseqüentemente, o impacto e a influência que os sistemas de valores podem exercer na compreensão dos conceitos evolutivos.

Por isso, optamos por utilizar o aporte dos valores cognitivos em nossa pesquisa, inserindo-os implicitamente no arcabouço da unidade didática (em textos e atividades), a fim de investigarmos de que maneira um estudo com esses valores poderia contribuir com a Educação Científica.

À luz da Análise Textual Discursiva, submetemos a sequência construída à apreciação de professores de Biologia dos níveis Médio e Superior de Ensino, por meio de um questionário semi-estruturado.

Assim, com base na interpretação das análises docentes (respostas dos questionários), consideramos viável a utilização dos aportes empregados na fundamentação de nossa pesquisa para a construção da sequência didática elaborada.

Por isso, acreditamos que pesquisas como essa, comprometidas com o estudo e a utilização de valores cognitivos – em simbiose à História e Filosofia da Ciência – poderão contribuir positivamente com a Educação Científica, configurando-se não como uma medida

indefectível e generalizante, mas como uma alternativa didática que, como tantas outras, poderá colaborar com o processo de construção do conhecimento.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro da Capes; o grupo de pesquisa *Ifhiecem* que auxiliou nas análises intersubjetivas; os docentes entrevistados e os pareceristas anônimos que nos auxiliaram no aprimoramento do texto final.

Referências

- Adúriz-Bravo, A. *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. 2001. Tese (Doctorat em didàctica de les Ciències Experimentals) – Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 2001.
- Aleixandre, M. P. J. Teaching evolution and natural selection: a look at textbooks and teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 31, n. 5, p. 519-535, 2007.
- Alters, B. J., & Nelson, C. Perspective: Teaching Evolution in Higher Education. *International Journal of Organic Evolution*, Lancaster, v. 56, n. 10, p. 1891-1901, 2002.
- Astolfi, J. P., & Develay, M. *A didática das ciências*. 4. ed. Campinas, SP: Papirus, 1995.
- Batista, I. de L. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004.
- Batista, I. de L.; Luccas, S. Abordagem histórico-filosófica e Educação Matemática: uma proposta de interação entre domínios de conhecimento. *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 101-133, 2004.
- Batista, I. de L. Reconstruções histórico-filosóficas e a pesquisa em Educação Científica e Matemática. In: Nardi, Roberto. (Org.). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras, 2007. p. 257-272.
- Batista, I. de L. Reconstruções histórico-filosóficas e a pesquisa interdisciplinar em Educação Científica e Matemática. In: Batista, I. L.; Salvi, R. F. (Org.). *Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática: um perfil de pesquisas*. Londrina: EDUEL, 2009. p. 35-50.
- Bellini, L. M. Avaliação do conceito de evolução nos livros didáticos. *Estudos em Avaliação Educacional*, São Paulo, v. 17, n. 33, p. 07-28, jan./abr. 2006.
- Bishop, B. A., & Anderson, C. W. Students conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 27, n. 5, p. 417-427, 1990.
- Bizzo, N. M. V. *Ensino de evolução e história do darwinismo*. 1991. 312 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Bizzo, N. M. V. From down house/Landlord to brazilian high school students: what has happened to evolutionary knowledge on the way? *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 31, n. 5, p. 537-556, 2007.
- Bogdan, R., & Biklen, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto, 1994.

- Cruz, E. R. Ser ou não ser consiliente: eis a questão. *Hist. cienc. saude-Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, Dec. 2001. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010459702001000400012&lng=en&nrm=iso>. Access on 20 Feb. 2010. doi: 10.1590/S0104-59702001000400012.
- Dal-Farra, R. A. O acaso na biologia evolutiva e as mutações dirigidas/adaptativas: aspectos históricos e epistemológicos. *Revista da SBHC*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 154-163, jul./dez. 2006.
- Delizoicov, D.; Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- El-Hani, C. N.; Tavares, E. J. M., & Da Rocha, P. L. B. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 265-313, 2004.
- Goedert, L. *A formação do professor de biologia e o ensino da evolução biológica*. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Lacey, H. *Valores e atividade científica*. São Paulo: Discurso, 1998.
- Lucas, L. B. Contribuições axiológicas e epistemológicas ao ensino da teoria da evolução de Darwin. 2010. 209fls. *Dissertação* (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). UEL-PR, Londrina, 2010.
- Maienschein, J. Why study history for science? *Biology and Philosophy*. Dordrecht, v. 15, n. 3 p. 339-348, June 2000.
- Martins, L. A. P. A História da ciência e o ensino de biologia. *Ciência & Educação*, Bauru, n. 2, p. 18-21, Dez 1998.
- Matthews, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.
- Mayr, E. *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Brasília: Ed. UnB, 1998.
- Moraes, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.
- Moreira, M. A. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Ed Universidade de Brasília, 1999.
- Moreira, M. A. Aprendizagem significativa crítica. In: *Encontro sobre aprendizagem significativa*, 3., 2000, Lisboa. Ata... Lisboa, 2000.
- Moreira, M. A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. *Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente*. v. 4, n. 1 p. 01-17, Abril 2011.
- Ponte, J.P., & Serrazina, L. *Didática da Matemática para o 1º ciclo de Ensino Básico*. Lisboa: Universidade Aberta, 2000.
- Rudolph, J. L., & Stewart, J. Evolution and the nature of science: on the historical discord and its implications for education. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 31, n. 5, p. 1069-1089, 2007.

Salvi, R. F.; Batista, I. de L. A análise dos valores da educação científica: contribuições para uma aproximação da Filosofia da Ciência com pressupostos da Aprendizagem Significativa. *Experiências em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 43-52, 2008.

Santos, S.; Bizzo, N. O ensino e a aprendizagem de Evolução Biológica no cotidiano da sala de aula. In: Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, *VII Anais...* São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2000.

Scheid, N. M. J., & Ferrari, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. *Genética na Escola*. V1, n1, pp. 17-18, 2006.

Settlage Junior, J. Conceptions of natural selection: a snapshot of the sense-making process. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 31, n. 5, p. 449-457, 2007.

Zabala, A. *A Prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

Recebido em: 13.10.10

Aceito em: 19.10.11