

Sistemática Filogenética no ensino médio: uma reflexão a partir das concepções de alunos e professores da rede pública de Pernambuco, Brasil

Phylogenetic Systematics in High School: A Reflection from the Conceptions of Students and Teachers from Public Schools in Pernambuco, Brazil

Welinton Ribamar Lopes¹ y Simão Dias Vasconcelos²

¹Mestre em Biologia Animal, Docente do Departamento de Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás. Caixa Postal 131, Goiânia, GO, Brasil. CEP: 74001-970, Goiânia, GO, welintonbio@gmail.com

²PhD em Zoologia, Professor Associado, Grupo de Pesquisa Ensino de Biologia, Centro de Ciências Biológicas, UFPE, Recife, PE, simaovasconcelos@yahoo.com.br

Recibido 30/07/2013 – Aceptado 16/03/2014

Resumo

Esta pesquisa investigou a inserção da Sistemática Filogenética nas aulas de Biologia do Ensino Médio, e identificou concepções de alunos e professores sobre o tema. A pesquisa teve como público-alvo estudantes e professores do terceiro ano do ensino médio de escolas públicas de Recife, Brasil. A coleta de dados ocorreu por meio de questionários destinados a 392 alunos e 20 professores. Somente 25% dos professores e alunos afirmam que conteúdos relacionados à Sistemática Filogenética foram contemplados na disciplina de Biologia. Esse conteúdo geralmente é abordado na segunda série, e o material mais utilizado é o livro didático. Tanto alunos quanto professores afirmam que o limitado conhecimento dos professores é a principal causa da fraca inclusão do assunto no currículo de Biologia do Ensino Médio.

Palavras chave: Filogenia, ensino de Biologia, biodiversidade, evolução.

Abstract

This research investigated the insertion of Phylogenetic Systematics in high school biology classes and identified students and teachers' concepts on this subject. The survey was aimed to third grade high school students and teachers of public schools in Recife, Brazil. Data collection was achieved through surveys answered by 392 students and 20 teachers. Only 25% of teachers and students confirm that contents related to Phylogenetic Systematics were included in their Biology syllabus. This content is usually covered in second grade and the textbook is the most commonly used material. Both teachers and students state that teachers' limited knowledge is the main obstacle to the insertion of Phylogeny in Biology curriculum at high school.

Keywords: Phylogeny, Biology Teaching, Biodiversity, Evolution.

Resumen

La sistemática filogenética tiene por objetivo organizar el conocimiento sobre la diversidad biológica por medio de las relaciones entre los linajes biológicos y el conocimiento sobre la evolución de sus caracteres. La transposición didáctica de esta manera de sistematización de la biodiversidad en la enseñanza básica es todavía muy reciente y requiere la investigación tanto de aspectos teóricos (evolución y sus supuestos) como prácticos (lectura y cladogramas de interpretación). Nuestro objetivo fue investigar la inserción de la sistemática filogenética en las clases de Biología de Secundaria a partir de las concepciones que los estudiantes y profesores de escuelas de ciudad de Recife, estado de Pernambuco, Brasil, tienen sobre el tema. Aplicamos cuestionarios a 20 profesores y a 392 estudiantes del Tercer Año de la Secundaria en 20 escuelas públicas. Desarrollamos cinco grandes ejes de estudio para orientar la descripción y discusión de los resultados. El primer eje investiga si - y en qué profundidad - el contenido "sistemática filogenética" es contemplado en el programa de enseñanza. El segundo evalúa los materiales didácticos utilizados por los profesores. El tercer eje investiga cuán "atractivo" es el tema para los estudiantes y profesores. El cuarto cuestiona las concepciones que tienen los estudiantes y profesores sobre la sistemática filogenética. Por último, el quinto eje evalúa las dificultades y retos para la enseñanza de este tópico. Buscamos analizar la convergencia y/o divergencia de ideas por medio de la confrontación de opiniones de los participantes de la encuesta. La mayoría de los estudiantes (el 52,0%) señaló que los contenidos relacionados a la sistemática filogenética no fueron impartidos en las clases de biología. De un conjunto de 100 estudiantes que dijeron haber tenido experiencia con la sistemática filogenética, el 76% reportó haber tenido contacto con el tema tan solo en el tercer año de la secundaria. Un 70% de los estudiantes dijeron que el tema se presentó en clases sobre la clasificación general de los seres vivos, y un 22% dijeron haber tenido clases sobre la interpretación de árboles filogenéticos. Cuando les pedimos que conceptualizaran, en general, la sistemática filogenética, sólo el 50% de los estudiantes fue capaz de hacerlo, y entre estos, la respuesta más frecuente fue que la sistemática filogenética es una forma de clasificación de los seres vivos, sin explicaciones adicionales. Más del 70% de los profesores dijeron que no incluyen contenidos sobre sistemática filogenética en sus clases de biología. Los profesores fueron unánimes al declarar que el libro texto es el recurso más utilizado tanto como fuente de conocimiento sobre el tema como material de enseñanza para los estudiantes. En este punto, estudiantes y profesores acordaron en que es necesario acercarse a la sistemática filogenética con mayor profundidad en los textos de secundaria. Entre los profesores que no incluyen la sistemática filogenética en el programa de Biología, el 50% dijo que no lo hace porque no dominan el contenido, mientras que el 50% restante declaró que el tema es demasiado complejo para la comprensión de los estudiantes de secundaria. Sin embargo, el 86,4% de los estudiantes y el 100% de los profesores dijeron que el contenido es importante o muy importante y que debe ser considerado en el programa de Biología. Para superar las dificultades de enseñanza de este contenido, los estudiantes (el 52,4%) y profesores (el 100%) sugirieron una mejor formación teórica de los maestros. El Currículo Nacional de Enseñanza Secundaria de Brasil orienta que la evolución sea el eje de integración entre los contenidos de Biología. Por ello, el uso de filogenias para probar las

hipótesis sobre las relaciones entre los seres vivos puede ser una herramienta innovadora en la sistematización de la diversidad biológica. El reto actual es introducir este marco teórico, complejo y multidisciplinar, en la realidad de las escuelas públicas del nordeste de Brasil, con el objetivo de minimizar las dificultades conceptuales de los profesores.

Palabras-clave: Filogenia, enseñanza de Biología, biodiversidad, evolución.

Introdução

A compreensão sobre os padrões de sistematização da biodiversidade passa por profundas modificações epistemológicas e práticas. As classificações pioneiras sintetizadas por Aristóteles, fundamentais para a consolidação dos primeiros naturalistas, perduraram por quase 2.000 anos. Por sua vez, o sistema de classificação de seres vivos proposto por Lineu, em 1758, ofereceu em sua época um eficiente modelo de organização sistematizado em categorias hierárquicas fundamentadas essencialmente nas semelhanças e diferenças morfológicas que resiste há mais de 250 anos.

A consolidação da teoria evolucionista, no século XIX a partir das ideias de Darwin e Wallace sobre descendência com modificações e ancestralidade comum, possibilitou a construção de inferências sobre laços de parentesco (conectividade) entre espécies. Os critérios de genealogia e grau de semelhança foram incorporados às classificações biológicas, valorizando o entendimento da história evolutiva dos organismos (Santos e Klassa, 2012). A classificação dos seres vivos passa a investigar grupos que contenham espécies "aparentadas" (conectadas por um ancestral comum). Ao estabelecer critérios de similaridade busca-se compreender a origem dessa semelhança: se esta reflete ancestralidade comum ou se consiste de convergências adaptativas.

Segundo Wiley (2010), foram necessários quase 100 anos desde o advento da teoria da evolução biológica para o desenvolvimento de um método consistente para evidenciar a relação genealógica entre as espécies. A Sistemática Filogenética proposta por Willi Hennig em 1955 e aprofundada em 1966 revolucionou a organização de informações sobre biodiversidade. A Filogenia busca organizar o conhecimento sobre a diversidade biológica a partir das relações de parentesco entre grupos e do conhecimento da evolução das características morfológicas, ecológicas, comportamentais, fisiológicas, citogenéticas e moleculares dos grupos (Amorim, 2002), permitindo uma abordagem comparativa da vida e diminuindo a distância na classificação entre os seres vivos.

Segundo Santos e Calor (2007) a Sistemática Filogenética é uma ferramenta útil no sentido de minimizar concepções equivocadas sobre evolução biológica. A abordagem das classificações biológicas no ensino de Biologia sem referências à sua dimensão histórica mostra-se redutora e mascara a complexidade do tema. É imprescindível refletir não apenas como os conceitos e conteúdos relativos à Sistemática Filogenética podem ser trabalhados nos diferentes níveis de ensino, mas também como desenvolver metodologias para tornar o estudo da biodiversidade mais dinâmico e significativo.

Considerando que todo conhecimento biológico, portanto científico, passa pelo processo de transposição didática para permitir sua construção pelo aluno, é natural que alguns assuntos – por serem mais recentes ou menos explorados - ofereçam maior resistência ao educador. Esta dificuldade é frequentemente associada ao ensino da Sistemática Filogenética. Segundo Perry et al (2008), para entender em profundidade a teoria da evolução, o aluno deve ser capaz de compreender árvores filogenéticas e seus conceitos subjacentes. No entanto, hipóteses filogenéticas continuam sendo mal interpretadas, até mesmo em livros didáticos e exames de admissão em universidades brasileiras (Lopes e Vasconcelos, 2012). Para Lopes et al (2007), é indispensável para o estudante reconhecer nas diferenças e semelhanças a identidade e a unidade dos seres vivos, percebendo as modificações dos organismos no tempo, promovendo assim, um ensino/aprendizagem coerente sobre a biodiversidade e permitindo entender sua dinâmica pautada pelo processo evolutivo. Na verdade, os cladogramas fazem parte ainda da educação científica em espaços não-formais de aprendizagem, como museus e centros de ciência (MacDonald e Wiley, 2012) e até mesmo em meios de divulgação não-científica (Thanukos, 2010), aumentando sua inserção no cotidiano do cidadão.

Diante do exposto, esta pesquisa tem como objetivo investigar a inserção da Sistemática Filogenética em aulas de Biologia do Ensino Médio. Especificamente, procurou-se, analisar as concepções de alunos e professores de escolas públicas estaduais de Recife, Estado de Pernambuco, Brasil, sobre o conteúdo, explorando pontos de conflitos e convergências, percepções sobre a importância e atratividade do tema, e materiais didáticos utilizados. Por fim, foram analisadas as dificuldades inerentes ao ensino do conteúdo, extraindo sugestões de como essa abordagem pode ser aperfeiçoada.

Metodologia

A pesquisa conduzida em 2007 teve como público-alvo estudantes e professores da terceira série do ensino médio de escolas públicas estaduais. Foram visitadas 20 escolas, o que corresponde a 11,7% das escolas estaduais da Região Metropolitana de Recife. As escolas foram selecionadas buscando-se representar desde instituições com baixos indicadores de avaliação educacional até escolas de referência.

Foram formulados dois questionários: um endereçado para alunos e outro para professores (Apêndices 1 e 2). Foram delineados cinco eixos temáticos para nortear a descrição e a discussão dos resultados. O primeiro eixo considera se e quando, o conteúdo da Sistemática Filogenética é contemplado e o nível de profundidade da abordagem. O segundo avalia os assuntos e materiais pedagógicos utilizados; o terceiro diz respeito à "atratividade" do tema tanto por parte dos alunos quanto dos professores. O quarto eixo investiga as concepções dos alunos e professores acerca da Sistemática Filogenética, e por fim, o quinto eixo temático aborda as dificuldades, sugestões e perspectivas para o ensino desse assunto. Foram verificadas também as convergências e/ou divergências das ideias de professores e alunos por meio do confronto das mesmas.

O questionário, anônimo e de adesão espontânea, foi composto por questões

fechadas e abertas e sem restrição de espaço ou tempo para resolução. Antes da aplicação, esclareceu-se a ausência de carácter de avaliação ou julgamento das respostas.

A elaboração dos dados baseou-se no método de análise de conteúdo proposto por Bardin (2000) e envolveu: (a) pré-análise por meio de leitura geral das respostas; (b) exploração do material, para identificação de aspectos-chave nos depoimentos; e (c) análise dos dados buscando o sentido dos conteúdos, interpretando-os com base no referencial teórico da pesquisa e de outras referências pertinentes. As respostas foram analisadas em um processo dinâmico de criação e tabulação de categorias, realizado de maneira independente para cada escola. Posteriormente, a categorização das respostas foi ponderada e somente então a categorização final consolidada foi estabelecida de forma consensual, o que favoreceu maior objetividade e imparcialidade.

Resultados

Ensino de Sistemática Filogenética: a percepção do aluno

A amostra foi constituída por 392 alunos, com o seguinte padrão etário: 6% dos alunos tinham 16 anos, 25% tinham 17 anos; 33% tinham de 18 a 20; e 23% estavam acima de 20 anos. Treze por cento não informaram a idade.

A maioria dos alunos (52,0%) afirmou que o conteúdo Sistemática Filogenética não foi contemplado na disciplina de Biologia, enquanto 25,5% responderam positivamente (Tabela 1). Dos alunos que afirmaram ter tido aulas sobre o assunto, a grande maioria (76%) afirmou ter tido contato com este conteúdo na 2ª série (Tabela 1). Indagados sobre o nível de profundidade da abordagem, 81,0% consideraram-no "regular" ou "adequado" (Tabela 1). Com relação ao momento do ano letivo em que o tema foi abordado, a maioria (71,4%) afirmou que o assunto foi inserido em aulas isoladas sobre classificação geral dos seres vivos. Porém, para 11,9% a inserção do assunto se deu gradativa e continuamente ao longo do curso (Tabela 1).

QUESTIONAMENTO	ALUNO	PROFESSOR
O conteúdo "Sistemática Filogenética" é inserido no currículo da disciplina Biologia do ensino médio?		
Sim	25,5%	25,0%
Não	52,0%	75,0%
Não sabe/não respondeu	22,5%	0
Em que série o conteúdo Sistemática Filogenética é abordado?*		
1 . série	5%	20%
2º. série	76%	60%
3º. série	15%	60%
Não sabe/não respondeu	4%	20%

Em que momentos do conteúdo programático o tópico é abordado?*		
Classificação geral dos seres vivos	71,4%	80%
Microrganismos	0	5%
Evolução	2,3%	15%
Zoologia	14,3%	15%
Botânica	0	15%
Ao longo de vários assuntos	12,0%	5%
Como você avalia a profundidade da abordagem sobre Sistemática Filogenética no seu curso?		
Superficial	17,5%	80%
Razoável	37,5%	10%
Adequada	30,0%	10%
Excessiva	2,5%	0,0%
Não responderam	12,5%	0,0%

Tabela 1. Respostas de alunos e professores do ensino médio sobre a inserção e a abordagem do conteúdo Sistemática Filogenética (*mais de uma opção possível).

Indagados sobre quais assuntos específicos da Sistemática Filogenética foram trabalhados, as respostas mais comuns envolveram a diferenciação entre Sistemática e Taxonomia e a interpretação de árvores filogenéticas (Tabela 2). Já a concepção dos alunos sobre seu nível de conhecimento sobre Filogenia foi considerada fraca por quase metade da amostra (48%), 35% consideraram-no razoável, 7% acreditam que possuem bom conhecimento e 3% afirmam que não construíram nenhum conhecimento sobre o assunto. Cerca de 7% da amostra não respondeu a esta questão. Quanto ao grau de dificuldade de aprendizagem do tema, a maioria (43%) classifica-a como intermediária.

Tópico	Aluno	Professor
Diferença entre sistemática e taxonomia	64%	100%
Fundamentos da sistemática Lineana	2%	20%
Fundamentos da sistemática filogenética	18%	20%
Sistemática Lineana versus sistemática filogenética	4%	20%
Estado de caracteres (apomórficos e plesiomórficos)	0	0
Homologias e analogias	10%	40%
Interpretação de árvores filogenéticas	22%	60%
Outros	6%	0
Não sei	10%	0

Tabela 2. Frequência relativa de respostas de alunos e professores sobre dos assuntos específicos da Sistemática Filogenética abordados (mais de uma opção possível).

Os recursos didático-pedagógicos utilizados para abordar o tema mais citados pelos alunos foram o próprio livro didático (45,0% das respostas), apostilas elaboradas pelo professor (32,0%), transparência para retroprojetor (15%) e textos para discussão extraídos de fontes diversas, como revistas (14%), enquanto 21,0% não responderam. A maioria dos alunos (52%) que afirmou ter tido aulas sobre Sistemática Filogenética considera que o tema é importante e deveria ser abordado com mais profundidade durante o curso, enquanto 34% consideram-no "muito importante", 4% classificam-no como "pouco importante" e 10% não responderam.

Questionados, em forma livre sem categorias pré-definidas, sobre o conceito de Sistemática Filogenética, metade dos alunos entrevistados não respondeu e entre os que responderam a resposta mais frequente foi que se trata de uma forma de classificação dos seres vivos, sem acrescentar qualquer explicação complementar (Tabela 3).

Categorias	F (%)
Estudo da diversidade dos seres vivos	14,3 ^{''}
Estudo das normas de classificação dos seres vivos	29,1 ^{''}
Estudo da história evolutiva dos seres vivos	2,8 ^{''}
Estudo do ciclo de vida-desenvolvimento dos seres vivos	3,8 ^{''}
Não responderam	50,0 ^{''}

Tabela 3. Frequência das respostas espontâneas sobre o conceito de Sistemática Filogenética na concepção de alunos do ensino médio da rede pública de Pernambuco.

Como sugestões, 16% dos alunos propõem mais aulas sobre o assunto, com livros atualizados (22%) e recursos didáticos diversificados (16%). Uma grande proporção (27%) não respondeu a essa questão. Por sua vez, a maioria dos alunos que nunca tiveram aula sobre Sistemática Filogenética afirmou ter muito interesse em conhecer o assunto. Quando questionados sobre o motivo de o assunto não ser abordado os alunos acreditam que o principal obstáculo é a falta de recursos didáticos (Tabela 4). Como sugestão para que o conteúdo seja contemplado no ensino médio, a maioria dos alunos considera necessário oferecer um embasamento aos professores para sanar as deficiências no ensino deste conteúdo, os quais, na concepção dos alunos, parecem não dominar o assunto (Tabela 5).

Categoria	A (%)	P (%)
Não é interessante	8,2%	0
Não cai nos exames de admissão para universidade	1,5%	0
É muito complexo para os alunos	11,7%	50,0%
Os professores não dominam o assunto	10,5%	50,0%
Faltam recursos didáticos	48,0%	0
Não está dentro do programa do ensino médio	20,1%	0

Tabela 4. Respostas de alunos e professores do ensino médio sobre o principal motivo da não inclusão do conteúdo Sistemática Filogenética nas aulas de Biologia.

Categoria	A (%)	P (%)
Adoção de livros didáticos que abordem o assunto	24,7%	0
Investimentos na qualificação dos professores	51,3%	100%
Abordagem do assunto no Ensino Fundamental	4,6%	0
Aumento da quantidade de aulas que contemplem o assunto	9,7%	0
Diversificação do material didático	9,7%	0

Tabela 5. Sugestões de alunos e professores do ensino médio de Pernambuco para que a Sistemática Filogenética seja contemplada nas aulas de Biologia do Ensino Médio.

Ensino de Sistemática Filogenética: a visão dos professores

Vinte professores Biologia de Ensino Médio responderam ao questionário, todos do quadro permanente do sistema estadual de educação e com formação em licenciatura plena. Destes, 15% têm como titulação máxima o curso de especialização e outros 15% possuem mestrado; os 70% restantes não possuem curso de pós-graduação. A maioria dos professores (65%) exerce dedicação exclusiva à escola, porém 35% trabalham em mais de um estabelecimento de ensino.

Questionados se contemplavam conteúdos relacionados à Sistemática Filogenética nas aulas de Biologia, 25% dos professores afirmaram positivamente e 75% responderam negativamente (Tabela 1). Dos professores que afirmaram contemplar Filogenia em suas aulas, 80% declaram que abordam o tema de forma superficial, em aulas isoladas e específicas sobre o tema. Apenas 40% destes dizem retomar as idéias pertinentes ao conteúdo quando tratam do tema Evolução ou Zoologia (Tabela 1).

Todos os professores declararam que o livro didático é o recurso mais utilizado tanto para ministrar as aulas quanto como fonte de informações sobre Filogenia. Apenas 20% afirmaram utilizar, além do livro didático, textos para discussão e sites da internet. Indagados sobre os conceitos relativos à Sistemática Filogenética contemplados nas aulas, a posição dos professores foi semelhante à dos alunos, sendo a "diferença entre sistemática e taxonomia" a preocupação teórica mais comum (Tabela 2). Nenhum professor respondeu à pergunta aberta sobre a contribuição da Sistemática Filogenética para o conhecimento da biodiversidade e da relação entre os seres vivos.

Quando se confrontam as respostas de professores e alunos a respeito da inserção do tema e o momento do programa em que esta ocorre percebe-se uma convergência dos resultados. Somente 25% de cada categoria confirma que a Filogenia é contemplada nas aulas, existindo uma equivalência também no sentido de que, quando contemplado, o assunto é abordado basicamente nas aulas sobre a classificação dos seres vivos (Tabela 1). Por outro lado, há divergência de concepções em relação à série em que o assunto é trabalhado e à profundidade na abordagem do tema. Enquanto para a maioria dos alunos o assunto só é contemplado na segunda série, para 60% dos professores o assunto é retomado na terceira série. Igualmente conflitante, a maioria dos professores avalia como "superficial" o nível de profundidade dada ao tema, enquanto a maior parte dos alunos a

considera como “razoável” ou “adequada” (Tabela 1).

Entre os professores que não incluem a Sistemática Filogenética no seu programa curricular, 50% acreditam que não dominam o conteúdo, enquanto os demais (50%) declaram que o assunto é complexo demais para o entendimento dos alunos do ensino médio (Tabela 4). Os professores foram unânimes ao afirmar que teriam interesse em conhecer não somente conceitos como também estratégias e metodologias de ensino a respeito dessa abordagem. Todos os professores questionados concordam que, como sugestão, deve haver maior investimento na formação continuada como forma de aprender mais sobre o assunto e desenvolvê-lo de modo mais dinâmico com seus alunos, mais um ponto de convergência com o ponto de vista dos alunos (Tabela 5).

Com relação ao nível de atratividade ou de interesse dos alunos do ensino médio pelo tema, 40% dos professores consideram-no “indiferente” e 60% afirmam que os alunos apresentam um interesse “razoável”. Por outro lado, 80% dos professores classificam a Filogenia como “muito importante” para a compreensão da biodiversidade enquanto 20% consideram-no “pouco importante”.

Discussão

O reconhecimento da importância da inserção da Sistemática Filogenética no conteúdo de Biologia do ensino médio está longe de ser consensual. Para Raw,

“Há muito tempo o ensino de sistemática filogenética está confinado a um círculo vicioso. Poucos biólogos têm ideia do que essa ciência envolve – e não a valorizam nem a defendem – porque, em sua formação, não foi oferecida uma disciplina sobre o assunto. (...) A desvalorização atual da sistemática deve-se, principalmente, à noção errada de que seria uma disciplina muito específica, que trata apenas da identificação dos seres vivos.” (Raw, 2003).

Esta pesquisa buscou ilustrar algumas destas dificuldades. Em primeiro lugar, o fato de a grande maioria dos alunos e professores afirmar que os conteúdos referentes ao tema foram vistos em aulas isoladas sobre classificação geral dos seres vivos reflete o caráter fragmentário da exposição deste conteúdo no programa de aulas de Biologia e também sua organização nos livros didáticos (Lopes e Vasconcelos, 2012). Os professores admitem ter no livro texto de Biologia sua principal fonte de informação. Contudo, recomenda-se cuidado ao utilizar o livro didático como única fonte sobre o tema, uma vez que estudos recentes apontam erros graves de interpretação de conteúdo sobre Filogenia (Lopes e Vasconcelos, 2012). Estes autores observaram que distorções conceituais comuns nos livros do ensino médio incluíam a confusão entre “Taxonomia” e “Sistemática”, equivalência entre “evolução” e “progresso” e a concepção de evolução como sequência linear, direcional, de modificações (Lopes e Vasconcelos, 2012).

A maioria dos estudantes e professores aponta como principal preocupação a diferença entre Sistemática e Taxonomia. Para Raw (2003), *Sistemática* é a Ciência que

estuda a diversidade dos seres vivos e seus padrões de parentesco e evolução, incluindo a Taxonomia e a Filogenia. A *Taxonomia*, por sua vez, é a parte da Sistemática que trata do estudo teórico de classificação e da criação das regras de nomenclatura (Raw, 2003). Uma vez que muitos livros didáticos trazem esses termos como sinônimos, é possível que alunos e professores confundam os termos com a categorização hierárquica dos taxa ou até mesmo com regras de nomenclatura binomial.

Ao observar que a maioria dos alunos admite que seu nível de conhecimento sobre o assunto é limitado, pode-se arguir que mesmo que o conteúdo tenha sido apresentado, muito pouco foi incorporado à estrutura cognitiva dos alunos. Apesar disto, a percepção dos alunos sobre a importância do tema como "importante" e "muito importante" lança um desafio – e ao mesmo tempo um estímulo - aos professores que ainda não abordam a Filogenia. O fato de boa parte dos professores também reconhecer a relevância do conteúdo é um ponto positivo detectado neste estudo, que torna mais otimista a perspectiva de integração do tema.

Este resultado pode estar relacionado ao fato de que a maior parte dos alunos que tiveram aulas sobre Sistemática Filogenética apresenta interesse em conhecer mais sobre o tema. Além da curiosidade acerca de um tema científico emergente, consideram que o assunto pode ser contemplado em exames de ingresso nas universidades, como o Exame Nacional do Ensino Médio. Entretanto, este interesse nem sempre é percebido pelos professores, já que a maioria acredita que o nível de atratividade do assunto para os alunos varia entre o "indiferente" e o "razoável". Diante do exposto, questiona-se sobre a natureza da fraca inclusão do tema na agenda do professor: os docentes não detectariam o potencial do tema em despertar o interesse de seus alunos? Ou, mais gravemente, será que as limitações teóricas do professor impediriam uma percepção mais arguta do efeito positivo que a inserção do tema poderia gerar na aprendizagem das Ciências Biológicas como um todo?

Conteúdos de Sistemática Filogenética estão sendo inseridos timidamente no programa do Ensino Médio. No presente estudo, somente metade dos alunos afirmou que o tema foi abordado, o que pode ser devido ao fato de os professores desconsiderarem o assunto ou porque os alunos não construíram conhecimento sobre o tema. Outro dado agravante consiste na grande quantidade de alunos que, mesmo afirmando que tiveram aulas sobre o assunto, não responderam à questão sobre o que eles entendiam como Sistemática Filogenética, como se sentissem incapacitados em expressar respostas mesmo que básicas sobre o tema.

A simplificação das respostas dos estudantes quanto ao conceito de Sistemática Filogenética não pode ser atribuída única e exclusivamente a "falhas" do professor ou do material didático. Erros conceituais sobre evolução e filogenia decorrentes de dificuldades não-resolvidas na formação do docente foram registrados em diversos estudos (Meir et al, 2007). Pesquisas sobre a formação de conceitos revelam que o modo como o ensino é organizado tem sido pouco eficaz em promover o desenvolvimento conceitual em algumas áreas da Biologia (Pedrancini et al, 2007). Segundo Yen et al (2004), é difícil imaginar como a compreensão de assuntos como a biodiversidade e seu estado de atual crise possa

fazer sentido a alunos, sem que exista uma base consistente de conceitos relacionados à classificação biológica.

As ferramentas da Sistemática Filogenética possibilitam inferir e analisar o padrão evolutivo dos seres vivos, e como eles se conectam ao longo de sua história. Compreender como o conhecimento acerca da sistemática e diversidade de seres vivos é construído de forma significativa pelos alunos de Ensino Médio é vital nesse momento de mudança de paradigmas na sistematização da biodiversidade. Tendo como orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio do Brasil de que a evolução seja o eixo integrador dos conteúdos em Biologia, seria coerente com as bases teóricas vigentes usar filogenias como na abordagem da biodiversidade, tornando o ensino mais multidisciplinar. Nesse sentido, não é necessário exigir que conceitos e termos como apomorfias, plesiomorfias e sinapomorfias sejam dominados pelo estudante no ensino médio: já seria um avanço promover a compreensão de conceitos como “ancestralidade comum”, “características exclusivas e compartilhadas” e “novidades evolutivas”, apresentando uma forma dinâmica de organização e de sistematização da biodiversidade.

Ao se adotar uma abordagem filogenética no estudo da biodiversidade, é preferível saber quando determinados caracteres surgiram em vez de obrigatoriamente memorizar todos os caracteres de todos os grupos, como se não houvesse qualquer ligação entre eles. Assim, a apresentação tradicional de grupos biológicos estanques passa a ser substituída pelos cladogramas permitindo a análise do conjunto e, conseqüentemente, das relações de parentesco (Amorim, 2002).

Segundo Santos e Calor (2008), o uso de cladogramas em atividades de ensino de Biologia possibilita visualizar a história evolutiva de grupos de animais, mostrada por caracteres derivados comuns, e reconhecer os mecanismos que levaram a essa história. Porém, de acordo com Julius e Schoenfuss (2006), os alunos apresentam limitada compreensão das árvores filogenéticas. Além disso, essas representações são muitas vezes apresentadas aos estudantes como *fato*, em vez de uma *hipótese* de relações evolutivas. Conseqüentemente, os alunos sentem-se frequentemente incapacitados a avaliar criticamente as informações apresentadas nas filogenias e acabam sem compreendê-las (Wiley, 2010).

A compreensão deficiente dos conceitos pertinentes à Sistemática Filogenética apresenta implicações tanto na pesquisa quanto no ensino. A falta de percepção da importância dos conceitos de ancestralidade e de filogenia, a ausência de uma abordagem filogenética, a ausência da oportunidade de interpretação de filogenias de modo preciso e a falta de percepção das relações entre padrões e processos podem tornar o ensino da biodiversidade muito mais complexo, abstrato e difícil.

A elevada quantidade de alunos que não tiveram aulas sobre Sistemática Filogenética na disciplina de Biologia e que afirmam nunca terem ouvido falar do assunto é preocupante. Para eles, os principais motivos da ausência desse conteúdo no Ensino Médio são a falta de recursos didáticos que possibilitem aos professores abordar o tema e o fato de muitos professores não conhecerem o assunto de modo aprofundado. O reconhecimento desta

limitação reforça a relevância da formação continuada dos docentes, especialmente porque a qualificação dos professores foi a categoria semântica mais frequente quando questionou-se aos alunos sobre sugestões para que a Sistemática Filogenética fosse contemplada no Ensino Médio.

Segundo Yen et al (2004), é difícil imaginar como a compreensão da biodiversidade possa fazer sentido sem uma base consistente de conceitos relacionados à classificação biológica. O professor que não conhece a sistemática filogenética e não sabe interpretar um cladograma pode não compreender o que é filogenia e, portanto, ignorar o assunto, ou interpretar erroneamente uma árvore filogenética e, conseqüentemente, multiplicar erros conceituais. Em ambos os casos, prejudica-se a formação do aluno, pois com a inclusão da Sistemática Filogenética, aprende-se a categorizar os seres vivos de qualquer ambiente, buscando pontos "convergentes" e "divergentes", ressaltando o caráter dinâmico, flexível e mutável deste arcabouço teórico.

É preciso chamar atenção para as diferenças entre as percepções de alunos e de professores identificadas neste trabalho. Por exemplo: enquanto professores afirmam que retomam o tema na 3ª série, os estudantes não conseguem identificar esse resgate; a maioria dos professores avalia como "superficial" o nível de profundidade dada ao tema, mas a maioria dos alunos considera "razoável". Mais da metade dos professores afirma que usam a interpretação de árvores filogenéticas como recurso de aprendizagem mas poucos alunos reconhecem essa estratégia; sobre o motivo da não inserção do tema nas aulas também há discordâncias entre professores e alunos. Para os alunos o tema não é abordado pela falta de recursos didáticos, por sua vez, os professores afirmam que a Sistemática Filogenética é um tema muito complexo para os estudantes e que os próprios professores não dominam o assunto. Essas informações conflitantes merecem atenção e os motivos destas diferenças precisam ser investigados em trabalhos futuros.

Considerações finais

A Sistemática Filogenética é assunto recente nas escolas. Os livros de Biologia aos poucos começam a inserir este tema no seu rol de conteúdos. Alguns deles apresentam árvores filogenéticas nos capítulos dedicados à classificação geral dos seres vivos, zoologia e/ou evolução. Embora tradicionalmente encarada como um conteúdo difícil e abstrato, a Filogenia pode ser trabalhada com alunos de ensino médio. Adotar a Filogenia como uma forma concreta de abordar a biodiversidade requer que os grupos não sejam vistos isoladamente, ensinados sequencialmente, mostrando não apenas como eles são, mas sim como os vários grupos foram surgindo e se diferenciando.

Nesse sentido, enfatizamos a necessidade de um ensino de Biologia com enfoque filogenético para a aprendizagem das ciências biológicas de forma mais holística e contextualizada e não o ensino do método da Sistemática Filogenética no ensino médio. Deve-se focar a abordagem, as ferramentas e, principalmente o resultado (a árvore filogenética) dessa linha de pensamento.

O diagnóstico do ensino deste tema é muito mais complexo do que o exposto

aqui: inclui a criação de diretrizes pedagógicas mais claras para os envolvidos; a definição de políticas de acompanhamento do conteúdo nas escolas; investimento em formação continuada dos professores, e até mesmo a reformulação de matrizes curriculares dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas para que este conteúdo-seja desmistificado e apresentado de forma contextualizada.

Agradecimentos

Aos professores e alunos que espontaneamente participaram desta pesquisa, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

- Amorim, D.S. 2002. *Fundamentos de Sistemática Filogenética*. Ribeirão Preto: Holos Editora.
- Bardin L. 2000. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Julius, M.L.; Schoenfuss, H.L. 2006. Phylogenetic reconstruction as a broadly applicable teaching tool in the biology classroom: the value of data in estimating likely answers. *Journal of College Science Teaching*, 35 (7):40-45.
- Lopes, W.R.; Ferreira, M.J.M.; Stevaux, M.N. 2007. Proposta pedagógica para o Ensino Médio: filogenia de animais. *Revista Solta a Voz*, 18: 263-286.
- Lopes, W.R.; Vasconcelos, S.D. 2012. Representação e distorções conceituais do conteúdo "Filogenia" em livros didáticos de biologia do ensino médio. *Ensaio*, 14:149-165
- MacDonald, T.; Wiley, E. O. 2012. Communicating Phylogeny: Evolutionary tree diagrams in museums. *Evolution: Education and Outreach*, 5(1):14-28.
- Meir, E; Perry, J; Herron, J.C.; Kingsolver, J. 2007. College students' misconceptions about evolutionary trees. *The American Biology Teacher*, 69(7): 71-76.
- Pedrancini, V.D.; Corazza-Nunes, M.J.; Galuch, M.T.B.; Moreira, A.L.O.R.; Ribeiro, A.C. 2007. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6: 299-309.
- Perry, J.; Meir, E.; Herron, J. C.; Maruca, S.; Stal, D. 2008. Evaluating two approaches to helping college students understand evolutionary trees through diagramming tasks. *CBE – Life Sciences Education*, 7: 193-201.
- Raw, A. 2003. Sistemática Filogenética no currículo universitário. *Ciência Hoje*, 32 (190):59-61.
- Santos, C.M.D.; Calor, A.R. 2007. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da Sistemática Filogenética II. *Ciência e Ensino*, 2 (1).
- Santos, C.M.D.; Calor, A.R. 2008. Using the logical basis of phylogenetics as the framework for teaching biology. *Papeis Avulsos em Zoologia*. 48 (18), <http://dx.doi.org/10.1590/S0031-10492008001800001>.
- Santos, C.M.D.; Klassa, B. 2012. Sistemática filogenética hennigiana: revolução ou mudança no interior de um paradigma? *Scientae Studia*, 10 (3):593-612.
- Thanukos, A. 2010. Evolutionary trees from the tabloids and beyond. *Evolution: Education and Outreach*, 3 (4):563-572.
- Wiley, E.O. 2010. Why trees are important. *Evolution: Education and Outreach* 3:499-505.

Yen, C.F.; Yao, T.W.; Chiu, Y.C. 2004. Alternative conceptions in animal classification focusing on amphibians and reptiles: A cross-age study. *International Journal of Science and Mathematical Education*, 2:159-174.

Apêndice 2. Questionário para os professores

Formação:	
<input type="checkbox"/> Licenciatura em Ciências Biológicas	<input type="checkbox"/> Outro. Qual?
Instituição em que se graduou:	Ano:
Você insere uma abordagem filogenética no ensino da Biodiversidade?	
<input type="checkbox"/> Sim (Parte 1)	<input type="checkbox"/> Não (Parte 2)

PARTE 1 (caso aborde o tema)

Qual a profundidade da abordagem desse conteúdo?
<input type="checkbox"/> Superficial <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Adequada <input type="checkbox"/> Aprofundada
Em que série você aborda o conteúdo FILOGENIA?
() 1º série () 2º série () 3º série
Como você trabalha o assunto?
<input type="checkbox"/> aulas pontuais e específicas sobre o tema
<input type="checkbox"/> de forma contínua no decorrer das aulas sobre os grupos de seres vivos
Em que momentos do conteúdo o assunto FILOGENIA foi estudado?
<input type="checkbox"/> Classificação geral dos seres vivos <input type="checkbox"/> Zoologia <input type="checkbox"/> Botânica
<input type="checkbox"/> Microrganismos <input type="checkbox"/> Evolução
Que assuntos você aborda nas aulas?
<input type="checkbox"/> Diferença entre sistemática e taxonomia <input type="checkbox"/> Fundamentos da sistemática Lineana
<input type="checkbox"/> Homologias e analogias <input type="checkbox"/> Fundamentos da sistemática filogenética
<input type="checkbox"/> Construção de cladogramas <input type="checkbox"/> Sistemática Lineana versus sistemática filogenética
<input type="checkbox"/> Outros. Especificar:
Que recursos didáticos você utiliza para abordar o assunto?
<input type="checkbox"/> livro didático <input type="checkbox"/> projeção multimídia <input type="checkbox"/> vídeo <input type="checkbox"/> transparências e retroprojektor
<input type="checkbox"/> textos adicionais <input type="checkbox"/> Outros. Especificar:
Qual fonte de informações sobre filogenia você utiliza?
<input type="checkbox"/> livro didático <input type="checkbox"/> artigos científicos <input type="checkbox"/> livros da graduação <input type="checkbox"/> internet
Como você classifica o nível de interesse dos alunos pelo tema FILOGENIA?

() Indiferente () Pouco atrativo () Razoável () Muito atrativo
Como o grupo considera o nível do conhecimento prévio dos alunos sobre o conteúdo? () Nenhum () Pouco () Razoável () Bom () Muito bom
Como você classifica a importância do assunto FILOGENIA para compreensão da biodiversidade? () Irrelevante () Pouca () Importante () Muito importante
Na sua opinião, qual a contribuição da filogenia para o conhecimento da biodiversidade e da relação entre os seres vivos?
Que sugestões seriam mais pertinentes para que você tivesse a oportunidade de conhecer o assunto ou de como abordá-lo no ensino de biodiversidade?

PARTE 2 (caso não aborde o tema)

Por que você não aborda o conteúdo FILOGENIA no ensino de biodiversidade? <input type="checkbox"/> Não sabe/não domina o assunto <input type="checkbox"/> O livro didático adotado não contempla o assunto <input type="checkbox"/> O assunto é demasiadamente complexo <input type="checkbox"/> O assunto não é contemplado em exames pré-universitários <input type="checkbox"/> Outros. Especificar:
Você teria interesse em conhecer e se apropriar de conceitos a respeito dessa abordagem? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não. Justifique:
Que sugestões seriam mais pertinentes para que você tivesse a oportunidade de conhecer o assunto ou de como abordá-lo no ensino de biodiversidade?