

Análise de conteúdos de sistemática filogenética em livros didáticos de Ensino Fundamental II e Ensino Médio

Analysis of phylogenetic systematics in textbooks for High Junior and High School students in Brazil

Ramiéri Moraes⁽¹⁾Fernando Santiago dos Santos⁽²⁾

Resumo. Noções de origem dos organismos e classificação dos seres vivos são conteúdos que começam a ser trabalhados com alunos a partir do Ensino Fundamental II, dando-se continuidade no Ensino Médio brasileiro. Em nosso país, algumas tentativas de introduzir o ensino de Sistemática Filogenética na Educação Básica têm ocorrido no Ensino Médio com ótimas perspectivas de ensino, quando utilizadas como eixo centralizador da discussão da biodiversidade. O objetivo do presente trabalho é a pesquisa e análise de artigos publicados no Google Acadêmico que tratam da revisão de livros didáticos que abordam Sistemática Filogenética nos dois níveis de ensino mencionados. Foram selecionados e revisados três artigos publicados no Google Acadêmico, e posterior seleção de três livros didáticos para revisão e análise. Os artigos selecionados trabalharam com a seleção e revisão de dezoito livros didáticos, subsidiando a análise dos três livros utilizados para o ensino de Sistemática Filogenética para o Ensino Fundamental II e Ensino Médio. A análise realizada nos livros didáticos alinha-se com os artigos em relação à abordagem da Sistemática Filogenética nos níveis de ensino. É necessário definir os conceitos científicos e esclarecer termos imprescindíveis no ensino da sistemática para evitar conflitos contextuais que produzam ideias distorcidas, capazes de comprometer a compreensão sobre o tema. Algumas das fontes mais frequentes de distorção de aprendizagem encontrados em livros didáticos dizem respeito à evolução e à diversidade biológica. Atualização constante, leituras complementares, lista de exercícios, questões para revisão, práticas e atividades didáticas, podem ser utilizadas em complementaridade, melhorando, assim, o ensino de Sistemática Filogenética.

Palavras-chave: sistemática, filogenética, classificação biológica, filogenia, livros didáticos.

Abstract. Ideas on the origin and classification of living beings are school contents that first appear in High Junior textbooks, then in High School materials in Brazilian schools. In Brazil, some attempts to enhance teaching of phylogenetic systematics throughout basic education have occurred with High School students with excellent teaching perspectives, once these are used as a centralizing point to discuss biodiversity. The present study researched and analyzed articles published at Scholar Google, which deal with reviews of textbooks on phylogenetic systematics at both schooling levels. Three articles from Scholar Google were se-

lected and analyzed; furthermore, three textbooks were analyzed and reviewed. The selected articles dealt with 18 textbooks, thus subsidizing the analysis of the three textbooks used to study phylogenetic systematics for High Junior and High School levels. The analysis carried out with the textbook aligns with the one applied in the articles regarding the subject phylogenetic systematics. It is necessary to define scientific concepts and clarify essential terms for the teaching of systematics, so that contextual conflicts are avoided and distorted ideas, that might compromise comprehension of the matter, are put aside. Some of the commonest

⁽¹⁾ Licenciando em Ciências Biológicas do IFSP, campus São Roque.

⁽²⁾ Professor adjunto do IFSP campus São Roque. Correspondência: Rod. Prof. Quintino de Lima, 2.100, São Roque – SP, CEP 18136-540, Laboratório de Botânica; e-mail: fernandosrq@gmail.com

Recebido em: 01 ago. 2013

Aceito em: 25 set. 2013

Publicado em: 19 dez. 2013

sources for apprenticeship distortions in textbooks are related to evolution and biological diversity. Constant updating, complimentary reading, exercise lists, review activities, didactic and practical

drilling might be used thoroughly, thus enhancing the teaching of phylogenetic systematics.

Keywords: systematics, phylogenetics, biological classification, phylogeny, textbooks.

1 Introdução

No contexto de aulas de Biologia do Ensino Médio, muitas vezes ocorre uma abordagem fragmentada do ensino desta disciplina, na qual não se articulam os aspectos evolutivos com o estudo das estruturas e processos biológicos, o que pode estar associado à negligência do ensino de Zoologia e Botânica (AMORIM, 2002).

Waizbort (2001) sugere que a origem do problema de aprendizagem das teorias evolutivas (e, conseqüentemente, da sistemática) por parte de alunos da educação básica reflete um caráter fragmentário do conhecimento, configurando-se em um dos maiores problemas do currículo brasileiro. Amorim (2002) destaca que essa visão fragmentada das linhagens e de suas características impede que o aluno desenvolva um pensamento reflexivo sobre a diversidade biológica fundamentado no processo evolutivo.

Atribui-se este fato ao caráter estritamente memorístico que acompanha estas áreas do conhecimento em livros didáticos na concepção de professores e estudantes. Essa é uma realidade que deve ser combatida, pois os estudos de Zoologia e Botânica permitem evidenciar a diversidade dos seres vivos, sendo a sistemática a base para compreender a diversidade e a organização.

Quando o aluno memoriza caracteres, sem uma relação evolutiva, caracteriza-se assim um pensamento essencialista, sendo este, em parte, responsável pelo caráter enfadonho do ensino de Zoologia e Botânica, como apontado por Amorim (2002) e Mallet & Wilmott (2003).

A sistemática filogenética poderia facilitar os estudos de Zoologia e Botânica fornecendo subsídios para a compreensão da diversidade biológica (AMORIM, 2002) e permitir, mediante o conhecimento do aparecimento de determinados caracteres na evolução biológica, a compreensão de grupos de seres vivos que compartilham as mesmas características. Dessa forma, a estratégia de ensinar sobre os seres vivos por meio de aspectos filogenéticos evita a memorização dos caracteres dos grupos, facilitando a integração entre os conceitos biológicos.

A vantagem do uso da sistemática filogenética seria, em princípio, permitir uma abordagem comparativa da vida e diminuir a distância entre os seres vivos, fornecendo subsídios para a compreensão da diversidade biológica. Assim, bastaria saber quando determinados caracteres surgiram, ao invés de memorizar todos os caracteres de todos os grupos, como se não houvesse qualquer ligação entre eles (RODRIGUES *et al.*, 2011).

A Sistemática Filogenética atribui uma relação de parentesco entre as espécies por meio da ancestralidade, podendo estabelecer a história evolutiva dos organismos. Nenhum processo evolutivo é providencial. A seleção natural, por exemplo, não pode equipar uma espécie para encarar novas contingências e também não tem propósito ou direção (FUTUYMA, 1992). O estudo proposto para o grupo não busca conhecer apenas sua história evolutiva, mas também como ocorreu a evolução de determinado caráter.

O papel da sistemática filogenética é organizar o conhecimento sobre a diversidade biológica a partir das relações de parentesco entre os grupos e do conhecimento da evolução

das características morfológicas, comportamentais, ecológicas, fisiológicas, citogenéticas e moleculares dos grupos (AMORIM, 2002), permitindo uma abordagem comparativa da vida e diminuindo a distância na classificação entre os seres vivos. Com base no estudo comparado, a sistemática filogenética “[...] procura definir para cada caráter qual é a condição primitiva, que ocorre em um ancestral, e qual é a condição derivada, que surge a partir da primitiva” (LOPES & ROSSO, 2005, p. 183).

Como proposta de classificação dos seres vivos, a apresentada por Emil Hans Willi Hennig (1913-1976) passou a ser conhecida a partir de 1966 quando da publicação de sua obra original em alemão, “Grundzüge einer Theorie der Phylogenetischen Systematik”, a qual foi traduzida para o inglês (“Foundations of a Theory of Phylogenetic Systematics”). O estudo da Sistemática Filogenética busca, portanto, mostrar a evolução dos grupos de seres vivos e as relações de parentescos entre eles.

É importante que o aluno tenha na estruturação desses conceitos, certos conhecimentos para poder entender a classificação biológica. Desta forma, faz-se necessária uma revisão em relação aos conceitos de autotrofia, heterotrofia, organismos procarióticos e eucarióticos, unicelularidade e pluricelularidade, organismos com e sem parede celular, protostomia e deuterostomia etc. Para explicar a classificação dos seres vivos e das relações estabelecidas entre si, pode-se trabalhar com espécies do cotidiano dos alunos, e outras que eles provavelmente conheçam ou já ouviram falar, como por exemplo, um gato de estimação, e uma espécie selvagem (como onça pintada).

A Biologia é uma ciência em constantes transformações, sendo que a partir de novas descobertas outras propostas de classificação biológica podem surgir, onde determinados seres vivos poderão ser circunscritos em outro grupo.

Diversos critérios podem ser utilizados para embasar um sistema de classificação, porém, as classificações com frequência são conflitantes entre si. A aceitação da teoria evolutiva deixa claro que as relações de parentesco entre as espécies constituem o critério mais apropriado para uma classificação consistente dos organismos (AMORIM, 2002).

Vale ressaltar, também, que se deve investir na formação inicial e continuada do professor, uma vez que este precisa apresentar conhecimento suficiente para refletir e discutir tais abordagens com segurança. Se o educador não apresenta esses conhecimentos agregados à sua estrutura cognitiva, tampouco será capaz de promover aprendizagem significativa em seus alunos. O professor que desconhece a sistemática filogenética e não sabe interpretar as informações contidas em um cladograma pode encontrar dois obstáculos: (a) não compreender o que é Filogenia e, portanto, não trabalhar o assunto com o aluno, omitindo-o; ou (b) interpretar erroneamente uma Filogenia e, conseqüentemente, trabalhar o assunto de forma equivocada com o aluno, podendo recair em erros conceituais (LOPES & VASCONCELOS, 2012).

Cabe ao professor selecionar os aspectos que julgar mais adequados ao seu programa de ensino e tratá-los de forma integrada. Atualizações e reparos devem ser constantes nos livros didáticos, pois grandes e valiosas ferramentas estão disponíveis, bastando, para isso, um maior comprometimento para essa empreitada, por parte de autores e professores. Desta maneira, o presente trabalho pretende responder às perguntas: a) A Sistemática Filogenética (SF) é apresentada nos livros didáticos de Ensino Fundamental II e Ensino Médio?; b) De que maneira SF é abordada nos materiais didáticos?

2 Materiais e Métodos

Foi realizada uma busca no sítio eletrônico do Google Acadêmico (<http://scholar.google.com.br/>) com o objetivo de selecionar artigos publicados em relação à análise e seleção de livros didáticos com propostas de ensino de SF nos níveis de ensino (Fundamental II e Médio). Foram selecionados três artigos: Rodrigues *et al.* (2011), Lopes & Vasconcelos (2012) e Rodrigues (2009); três livros didáticos (Fig. 1) também foram selecionados: um para o Ensino Fundamental II (SANTANA *et al.*, 2009) e dois utilizados no segundo ano do Ensino Médio (JUNIOR & SASSON, 2005 e CATANI *et al.*, 2009).

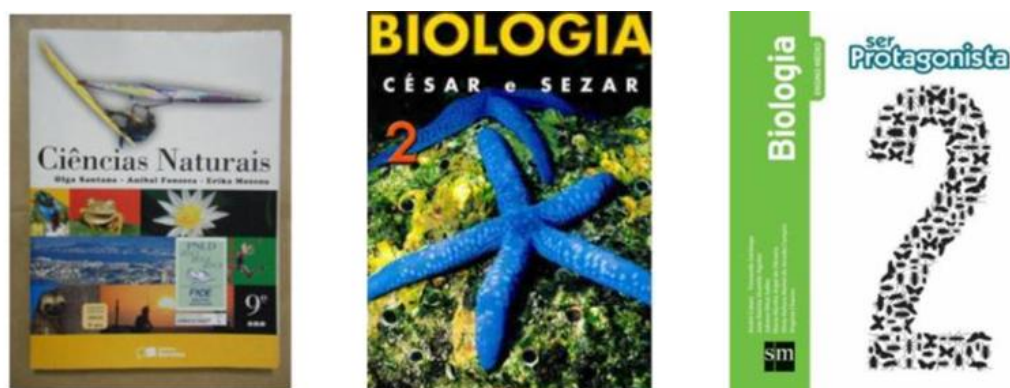


Figura 1 – Cada de três livros didáticos escolhidos para análise. Da esquerda para a direita: Santana *et al.* (2009), Junior & Sasson (2005) e Catani *et al.* (2009).

Os artigos foram revisados sendo observada a percepção dos autores em relação à abordagem dos conteúdos de SF nos livros didáticos utilizados para alunos do Ensino Fundamental II e Ensino Médio. Assim, os artigos subsidiaram a pesquisa e a revisão dos livros, em que foram observados os seguintes itens:

- Abordagem do tema e desenvolvimento;
- Propostas de desenvolvimento de atividades;
- Presença de figuras, imagens, legendas e outras ilustrações referentes ao tema;
- Propostas de exercícios.

3 Resultados e discussão

No trabalho de Rodrigues *et al.* (2011), constatou-se que nenhum dos livros analisados utiliza a Filogenia como eixo integrador do ensino, embora esta seja um eixo integrador que permite uma abordagem comparativa da vida, facilitando os estudos de Zoologia e Botânica e fornecendo subsídios para a compreensão da diversidade Biológica. Na análise desse trabalho, percebe-se que em dois dos livros investigados pelos autores há a preocupação em se introduzir a Sistemática e Filogenética no ensino de biologia. Os autores destes livros demonstram preocupação em colocar definições e explicações dos temas abordados, adotando imagens e resgatando momentos históricos. Segundo os autores, nesses livros ainda são abordadas atividades avaliativas com exercícios retirados de vestibulares, denotando haver uma aborda-

gem preparatória do aluno para o nível superior. Em todos os livros analisados por Rodrigues *et al.* (2011), cada filo/divisão foi focado(a) de modo tradicional quando se refere à Filogenia. Nos demais livros, o assunto não é abordado, fazendo com que o professor tenha que contextualizar a temática para possibilitar uma abordagem evolutiva dos conteúdos biológicos.

Lopes & Vasconcelos (2012) observaram haver falta de recomendação de leitura complementar ao professor, o qual pode não ter recebido em sua formação conhecimento suficiente e atualizado sobre o tema, ou sobre avanços recentes em áreas da genética e biologia molecular, complementando o entendimento do conteúdo. Neste trabalho cita-se, como exemplo de ferramenta molecular, a técnica de *Barcoding* (código de barras molecular) como critério de identificação de espécies. Provavelmente, há professores de ensino fundamental e médio que desconhecem o que é a técnica de *barcoding* (a região selecionada como código de barras ou *barcode* é um fragmento do gene codificador da proteína Citocromo Oxidase I - COI do DNA mitocondrial. O COI é um gene fácil de ser amplificado em qualquer estágio de vida dos animais e, por ser um gene mitocondrial, é vantajoso por possuir evolução rápida, ausência de íntrons, herança haploide e exposição limitada para recombinação).

Os autores também fazem referência à velocidade com que esses avanços se incorporam às teorias científicas, provocando reconsiderações nas classificações anteriores.

O trabalho de Lopes & Vasconcelos (2012) enfoca também a necessidade da formação inicial e continuada do professor, necessárias para a obtenção de conhecimento suficiente para refletir e discutir tais temas com segurança:

Embora tradicionalmente encarada como um conteúdo complexo e complicado, endereçado somente a estudantes em níveis mais avançados de formação, a Filogenia pode, sim, ser trabalhada com alunos de Ensino Médio e, na nossa perspectiva, até mesmo com alunos de Ensino Fundamental (LOPES & VASCONCELOS, 2012, p. 15).

Uma conscientização de professores e autores dos livros didáticos sobre a necessidade de inserir, questionar e exercitar os princípios da Filogenia nos materiais de apoio didático tem sido notada e permite inferir que as próximas edições abordarão o tema com mais fidelidade e correção conceitual. Desta forma, utilizando materiais atualizados, o professor terá plenas condições de preparo e aplicação de aulas de boa qualidade, transmitindo conhecimentos essenciais à formação dos alunos.

Rodrigues (2009) enfatiza a necessidade de o professor incentivar os alunos a fazerem sua própria classificação. Esta serviria como base de nivelamento para que o professor pudesse compreender o nível de conhecimento dos alunos, suprisse dúvidas, aprofundando os conhecimentos dos alunos em relação a características dos animais e servindo de base para sua classificação e agrupamento.

No trabalho de Santana *et al.* (2009), fica evidente o incentivo ao aluno em realizar pesquisas em relação aos temas abordados. Quanto aos temas abordados e à proposição de pesquisas, os alunos são incentivados a buscar informações junto à comunidade em relação à temática da origem da vida. Esta publicação chama a atenção do professor para propor uma discussão com os alunos em relação às informações registradas, não diminuindo a importância destas.

A obra observa que o professor deve relacionar conhecimento, época e contexto, levando o aluno a compreender a evolução do conhecimento científico, não rejeitando o senso comum, onde, por vezes, é a *única* ciência que seus pais/comunidade conhecem.

A ideia de cladogramas apresentada poderia ser mais simples, uma vez que é o início do contato dos alunos com os modelos.

É clara a proposta da apresentação de um esquema de representação de vida na Terra mostrando a evolução desde o período Pré-Cambriano até o período Quaternário, mostrando a origem das espécies e sua extinção ao longo do tempo, assim como a evolução das bactérias até os dias de hoje. A obra também relaciona a extinção das espécies com os processos de fossilização.

A obra de Junior e Sasson (2005) é dividida em cinco unidades com trinta e oito capítulos, assim distribuídos: Unidade 1 – Biodiversidade e Classificação; Unidade 2 – Os Reinos mais simples (Monera, Protista, Fungi); Unidade 3 – O Reino Animalia; Unidade 4 – Fisiologia Animal; Unidade 5 – O Reino Plantae. Na introdução da obra, observa-se a preocupação dos autores em relacionar os conteúdos com fatos do cotidiano, exemplificando a importância do estudo da Biologia. Cada capítulo propõe atividades de leitura e sua interpretação com questões sucintas, atividades e questões de discussão e testes. Os autores observam a necessidade de relacionar os conteúdos apresentados a outras obras, leitura da seção de Ciências de jornais e revistas, *sites* de internet etc., como forma de apoio na resolução de dúvidas, ampliando o que chamam de “visão biológica”.

Os autores também observam a necessidade de todo aluno compreender a visão biológica, da origem e evolução das espécies, mesmo que futuramente atuem em outras áreas. A obra faz referência à classificação dos grupos de seres vivos, abordando, também, questões das classificações recentes, apresentando características fisiológicas, embriológicas, bioquímicas, genéticas, ecológicas – as quais “podem” revelar seus parentescos evolutivos.

Na abordagem da evolução das espécies, a obra relata os conceitos de homologia e analogia, observando as características de origem evolutiva e semelhanças funcionais. A obra ainda apresenta o conceito de espécie, oferecendo uma abordagem clara de definições e propostas, da parcimônia ao se referenciar espécie, assim como o de pensar em espécie de acordo com o tipo de reprodução (sexuada e assexuada). Os autores deste material didático trabalham o conceito histórico da classificação biológica, e apresentam a história da classificação biológica até a proposta de Kerlene Schwartz e Linn Margulis, além da apresentação de cladogramas com a representação dos nós e ramos, citando Willi Hennig.

O volume 2 da coleção de Catani *et al.* (2009) inicia-se com a classificação dos seres vivos, reunião de seres vivos em grupos de acordo com suas semelhanças ou diferenças etc. Logo no início, o leitor depara-se com um esboço da Árvore da Vida indicando no ramo basal a origem da vida enumerada em cada nó, proporcionando relacionar, por meio das linhas (ramos), as relações evolutivas entre os grupos de seres vivos atuais e extintos. Tal esquema trabalha, também, questões iniciais, proporcionando um debate sobre as linhas evolutivas, relacionando aves e dinossauros como grupos evolutivamente próximos.

Outro ponto importante relaciona-se ao conteúdo, visto como um resgate histórico desde as primeiras ideias de classificação, em que inicialmente a classificação era importante para que o homem pudesse distinguir recursos necessários, tais como plantas e animais úteis, não úteis, peçonhentos etc. Este resgate histórico da classificação começa desde as primeiras ideias de classificação, classificação na idade Média, do aprimoramento dos critérios de classificação, surgimento da taxonomia, chegando à importância de Lineu com sua contribuição ao estabelecimento de regras de nomenclatura científica, até chegar à classificação atual a partir

de análises de DNA e RNA. A obra aborda, ainda, as categorias taxonômicas atuais elencando-as (desde domínio até espécie); exemplifica a aparente ‘confusão’ que se estabelece em relação aos termos classificação, taxonomia e sistemática, destacando a importância de sua distinção.

Outro ponto importante com destaque na obra é o conceito de espécie, onde sua definição arbitrária foi criada por conveniência ao homem no intuito de estudar e compreender a natureza, sendo eficaz na maioria das situações. Outros conceitos importantes também são tratados, tais como especiação por isolamento geográfico e reprodutivo. A obra traz vários esquemas de árvores filogenéticas e noções de clados, usa termos como apomorfia, grupos mono e polifiléticos, trazendo propostas de classificação em reinos e domínios. Os autores mostram a proposta de Whittaker e a criação do Reino Fungi, o modelo de três Domínios de Karl Woese, e a proposta de Kerlene Schwartz e Linn Margulis.

4 Considerações finais

Muitas pessoas podem conceber a ideia de que a abordagem superficial dos conceitos de Sistemática e Filogenética nos livros didáticos de Ensino Fundamental II e Ensino Médio ocorre por conta de que nem todos os alunos irão futuramente cursar Biologia e que tais conhecimentos são específicos das ciências biológicas. Acreditamos que, mesmo não sendo possível tratar os temas de maneira muito aprofundada no Ensino Médio, também não se deveria simplificá-lo tanto, como vem sendo feito em alguns livros didáticos desse nível de ensino.

Essa visão crítica sobre o material didático que será utilizado no ensino deve ser cada vez mais acentuada. O livro didático possui uma presença marcante nas salas de aula e isto se deve ao fato de que é um dos principais materiais impressos a que os alunos de escolas brasileiras têm acesso. Portanto, ao adotar um livro, o professor deve analisá-lo previamente, não somente para verificar a existência de erros, mas também para se certificar acerca dos objetivos do autor. Dessa forma, a formação continuada é necessária para o professor de Biologia para que esteja preparado para analisar obras e outros materiais para elaboração de seus planos de aula.

Mesmo que se trabalhe de forma superficial em relação à SF, o aluno deve concluir o Ensino Médio ao menos com a ideia de que a classificação dos seres vivos passa por revisões e novas propostas de inclusão ou exclusão de outros modelos de classificação.

É importante conciliar vários materiais, tais como livros, artigos, periódicos, etc., com o mesmo teor, e preparar materiais ou *kits* didáticos para trabalhar temas “complexos” – como SF – melhorando, portanto, o conhecimento e o interesse de professores e alunos.

Referências

AMORIM, D. S. *Fundamentos de sistemática filogenética*. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, 2002.

CATANI, A.; SANTIAGO, F.; AGUILAR, J. B. V.; SALLES, J. V.; OLIVEIRA, M. M. A.; CAMPOS, S. H. M. A.; CHACON, V. *Biologia: Ser Protagonista*. 1.ed. São Paulo: Edições SM Ltda., 2009 (vol. 2).

- FUTUYMA, D. *Biologia evolutiva*. 2.ed. São Paulo: Funpec, 1992.
- JUNIOR, C. S.; SASSON, S. *Biologia: seres vivos - função e estrutura*. 8.ed. São Paulo: Saraiva, 2005 (vol. 2).
- LOPES, S.; ROSSO, S. *Bio*. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.
- LOPES, W. R.; VASCONCELOS, S. D. Representação e distorções conceituais do conteúdo filogenia em livros didáticos de biologia do ensino médio. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 14, p. 14-16, 2012.
- MALLET, J.; WILLMOTT, K. Taxonomy: renaissance or tower of babel? *Trends ecol. evol.*, 18: 57-59, 2003.
- RODRIGUES, M.E.; JUSTINA, L. A. D.; MEGLIORATTI, F. A. O conteúdo de sistemática e filogenética em livros didáticos do ensino médio. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 13, p. 45-67, 2011.
- RODRIGUES, S. P. Uma contribuição para o ensino de sistemática na sala de aula: relato de experiência sobre a classificação dos animais de Aristóteles a Linné. *Anais e Resumos*. II Jornada de História da Ciência e Ensino: propostas, tendências e construção de interfaces. São Paulo: Editora da PUC-SP, 2009.
- SANTANA, O.; FONSECA, A.; MOZENA, E. *Ciências naturais*. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 2009.
- WAIZBORT, R. Teoria social e biologia: perspectivas e problemas da introdução do conceito de história nas ciências biológicas. *História, ciências, saúde Manguinhos*, vol. VIII (3): 632-53, set.-dez. 2001.

Como citar este artigo

MORAES, R.; SANTOS, F. S. dos. Análise de conteúdos de sistemática filogenética em livros didáticos de Ensino Fundamental II e Ensino Médio. *Scientia Vitae*, vol. 1, n. 2, ano 1, out-dez. 2013, p. 20-27. Disponível em: <www.revistaifsp.com/>; acesso em: __/__/__.