

A representação da Sistemática Filogenética nos livros didáticos do novo ensino médio: desafios e perspectivas

The representation of Phylogenetic Systematics in Brazilian high school textbooks: challenges and perspectives

Samuel Lucas da Silva Delgado Mendes¹
Alexandra Elaine Rizzo²
Diogo de Mayrinck³

Resumo

O presente trabalho avaliou a forma como as coleções de livros aprovadas para o PNLD 2021 tratam o tema Sistemática Filogenética, analisando sua importância pedagógica para a compreensão crítica da biodiversidade. Para tal, foram realizadas uma avaliação pedagógica e uma análise lógico-semântica do conteúdo presente nos livros, com o objetivo de promover o entendimento das tendências presentes no material ao abordar o tema. Como resultado, foi possível reconhecer que grande parte dos livros didáticos não trata o conteúdo de Sistemática Filogenética de forma concisa e coerente, ignorando seus perpassos históricos e filosóficos. Dessa forma, a compreensão crítica da biodiversidade fica comprometida e os principais obstáculos epistemológicos relacionados ao entendimento filogenético da biodiversidade não são combatidos.

Palavras chave: Ensino de biologia; classificação biológica; transposição didática; pensamento filogenético.

Abstract

The present work evaluated the way in which the book collections approved for the year 2021 in the National Textbook Program deal with the Phylogenetic Systematics theme, analyzing its pedagogical importance for the critical understanding of biodiversity. To this end, a pedagogical evaluation and a logical-semantic analysis of the content of the books were carried out, seeking to understand possible tendencies present in the material when approaching the theme. It was detected that much of the books does not deal with the theme in a concise way, ignoring its historical and philosophical pervades when approaching the subject. In this way, the critical understanding of biodiversity is compromised, and the main epistemological obstacles related to the phylogenetic understanding of biodiversity are not tackled.

Keywords: Biology teaching; biological classification; didactic transposition; tree thinking.

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro | slucasmendes013@gmail.com

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro | aerizzo@hotmail.com

³ Universidade do Estado do Rio de Janeiro | mdiogobio@yahoo.com.br

Introdução

O ensino de assuntos voltados ao entendimento crítico da biodiversidade no Brasil, tanto a partir de um referencial ecológico quanto a partir de um referencial evolutivo, tende a seguir um caráter fragmentado, “memorizativo” e essencialista, que não dá a devida importância à história evolutiva das espécies (KRASILCHIK, 2004; SANTOS; KLASSA, 2012). Tais dificuldades destacam a importância de se trabalhar a Sistemática Filogenética na educação básica de maneira adequada, pois o ensino com enfoque evolutivo diminui a memorização e permite que o aluno desenvolva o chamado “pensamento filogenético” (WAIZBORT, 2001; BAUM; SMITH; DONOVAN, 2005).

O pensamento filogenético não se resume apenas à conscientização dos alunos sobre o mecanismo evolutivo por trás da geração da diversidade biológica no planeta. Ele também pode ser uma potente ferramenta para estimular reflexões críticas sobre problemas experienciados atualmente (WAIZBORT, 2001). Assim, se não há um adequado investimento e preocupação em formar cidadãos conscientes sobre o tema, como poderemos dizer que estamos comprometidos com a busca de soluções voltadas à proteção da biodiversidade de fato?

Uma potente ferramenta de compreensão sobre como um determinado assunto está sendo ensinado nas escolas é a análise dos livros didáticos utilizados pelos professores em sala de aula (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003; LOPES; VASCONCELOS, 2012; SILVA, 2012). Com isso, os livros didáticos têm sido um importante objeto de estudo nos últimos anos, o que promoveu importantes reflexões e avanços a respeito do ensino de biologia de um modo geral, principalmente no que permeia à detecção de tendências que neles se fazem presentes ao trabalharem determinados assuntos (RICHTER; GÜLLICH; HERMEL, 2017). Dentre as características gerais que envolvem o seu uso, pode-se destacar que por muitas vezes são um referencial pedagógico para os professores planejarem suas atividades em aula com os alunos (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003; LOPES; VASCONCELOS, 2012). Tal tendência se manifesta no Brasil a partir dos anos 1960, decorrente da expansão do mercado editorial e aumento do público escolar (SILVA, 2012).

O conhecimento científico é o objeto de transposição didática que estrutura o conteúdo teórico apresentado no livro didático (SELLES; FERREIRA, 2004). Logo, ele formará grande parte da base para a construção de novos conceitos e representações de um determinado assunto por parte dos alunos. Sendo muitas das vezes a sua primeira experiência de contato direto com o saber institucional (LOPES; VASCONCELOS, 2012). Dessa forma, é de suma importância reconhecer a existência de condicionantes políticos, sociais, culturais, que influenciam a transposição do saber científico a ser representado no livro (SILVA, 2012). Portanto, é necessário avaliar se a transposição não prejudica o entendimento do tema por parte dos alunos, o que vai muito além da correção de termos, conceitos e definições (SELLES; FERREIRA, 2004).

É pertinente comentar sobre a importância da avaliação do uso de imagens, pois ela se evidencia quando se tem em mente a essencialidade de um recurso visual para complementar o entendimento de um determinado conteúdo. Facilitando, portanto, a aprendizagem (BELMIRO, 2000). Seu caráter funcional, ou seja, a possibilidade de interação com o conteúdo teórico, a invariância elementar de sua percepção visual e, por fim, a potencialidade existente na possibilidade de a imagem também ser lida pelo sujeito, são considerados fatores chave para explorar as potencialidades do uso de recursos visuais nos livros didáticos (BELMIRO, 2000).

Adicionalmente, a importância da avaliação das atividades propostas possui um caráter especial, pois elas podem conferir ao aluno o aprimoramento da sua capacidade de ressignificar os conceitos e definições que foram apresentados no texto, por meio de problematizações e da contextualização do conteúdo em si (VASCONCELOS; SOUTO, 2003). Por fim, avaliar os recursos adicionais é de suma importância, pois eles são definidos como artifícios encontrados pelos autores para facilitar e direcionar a interação entre o livro, os professores e os alunos (VASCONCELOS; SOUTO, 2003; LOPES; VASCONCELOS, 2012). Dentre as possibilidades, podemos citar: Glossários, Atlas ilustrativos, Guias de experimentos, Guia do professor. Logo, são uma grande ferramenta de estímulo para o aluno ir além dos livros em sua busca por conhecimento, promovendo uma aprendizagem mais ativa e dinâmica.

Tendo em vista a sua importância, este trabalho teve como objetivo analisar e avaliar criticamente a representação do corpus conceitual referente à Sistemática Filogenética no conteúdo manifesto das coleções aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) do ano de 2021 (BRASIL, 2020). Partindo de uma proposta de avaliação inédita baseada nas demandas do atual contexto curricular (BRASIL, 2018). Sua concepção deu destaque aos conhecimentos científicos relacionados à compreensão da biodiversidade por meio de uma perspectiva evolutiva, portanto, filogenética, destacando a promoção da capacidade de argumentação e intervenção dos alunos frente aos problemas enfrentados na atualidade (BRASIL, 2018). No entanto, a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) não faz referência direta ou explícita à Sistemática, deixando em aberto a sua abordagem na competência específica de número dois como uma possibilidade, segundo BRASIL (2018, p. 542):

[...] Da mesma forma, entender a vida em sua diversidade de formas e níveis de organização permite aos estudantes atribuir importância à natureza e seus recursos, reconhecendo a imprevisibilidade de fenômenos e os limites das explicações e do próprio conhecimento científico. Para isso, nessa competência específica, podem ser mobilizados conhecimentos relacionados a: origem da Vida; evolução biológica; registro fóssil; exobiologia; biodiversidade; origem e extinção de espécies; políticas ambientais; biomoléculas; organização celular; órgãos e sistemas; organismos; populações; ecossistemas; cadeias alimentares; respiração celular; fotossíntese; reprodução e hereditariedade; genética mendeliana; processos epidemiológicos; espectro eletromagnético; modelos cosmológicos; astronomia; gravitação; mecânica newtoniana; previsão do tempo; entre outros. [...] (BRASIL, 2018, p. 542).

A competência de número dois leva também em conta a abordagem da história da humanidade no planeta e o entendimento da biodiversidade, valorando as distintas concepções que se fazem presentes na sociedade sobre o tema (BRASIL, 2018). Todavia, como é possível entender a biodiversidade de forma evolutiva, sem abordar a Sistemática e os elementos de seu corpus conceitual de forma adequada? Este é um paradoxo que se manifesta em conjunto e certamente em decorrência de uma concepção curricular aglutinadora que caracteriza o novo currículo (FRANCO; MUNFORD, 2018). Assim, o presente trabalho se faz relevante, tendo em vista a falta de clareza curricular para direcionar a abordagem do assunto, apesar da sua relevância para o cumprimento dos objetivos pedagógicos que o próprio documento preconiza.

Sasseron & Carvalho (2011) postulam que o ensino voltado à alfabetização científica precisa respeitar três critérios fundamentais: i) envolver a exposição de problemas atuais e como eles podem ser resolvidos utilizando o conteúdo trabalhado, ii) trabalhar a argumentação e iii) promover reflexões de cunho ético e social. Em suma, desenvolver a conscientização do indivíduo, levando-o a intervir de maneira crítica no seu mundo. Além disso, é importante ressaltar que nenhuma transposição didática deixa o saber científico incólume, pois ele é distorcido em um “saber ensinado”. Portanto, apesar de sua importância, a análise e avaliação de conteúdo didático não deve se limitar apenas à avaliação da acuidade conceitual, ela deve perpassar a transposição didática como um todo (SELLES; FERREIRA, 2004), o que justifica a união das abordagens de Vasconcelos & Souto (2003) com os critérios de Sasseron & Carvalho (2011), tendo em vista a seguinte exigência do atual contexto curricular, segundo BRASIL (2018, p. 544):

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).[...] (BRASIL, 2018, p. 544).

Assim, tomando como base as premissas supracitadas e as premissas levantadas pelos documentos estruturadores do atual currículo escolar, este trabalho intentou responder três perguntas norteadoras por meio da análise e avaliação dos livros didáticos aprovados para o ano de 2021: i) O material é conceitualmente adequado? ii) A transposição foi realizada de forma a desenvolver a alfabetização científica dos alunos? iii) Quais são as tendências de abordagem do assunto?

Para responder as três perguntas norteadoras, o trabalho foi dividido em duas partes. A primeira parte residiu no preenchimento de fichas de avaliação dos livros que abordam o assunto selecionado, trabalhando os eixos temáticos de avaliação já estabelecidos na literatura. Dessa forma, buscou-se avaliar a representação do arcabouço conceitual transposto nos livros, o que responde às duas primeiras perguntas norteadoras. Por fim, a segunda parte consistiu na análise lógico-semântica do conteúdo manifesto em cada livro, de maneira a estabelecer categorias de análise à posteriori, respondendo a terceira pergunta norteadora (FRANCO; 2005).

Material e métodos

Serão utilizadas as fichas de avaliação presentes no trabalho de Lopes & Vasconcelos (2012), cujos critérios foram adaptados tendo como base o trabalho de Vasconcelos & Souto (2003). No entanto, argumentamos que o enfoque dito de “caráter científico” de tal abordagem avaliativa – apesar de levar em consideração a contextualização do conteúdo, a acuidade conceitual, o estímulo à problematização e o entendimento de que é preciso estimular o contato do aluno com o conhecimento disponível – não lida diretamente com a avaliação da promoção da alfabetização científica do aluno em si. Portanto, se torna inadequada para o atual contexto curricular, tendo em vista o desenvolver da competência específica número três da BNCC (BRASIL, 2018).

Tendo em vista este problema, foi desenvolvida uma proposta de união entre as abordagens de Vasconcelos & Souto (2003) com os critérios promotores da alfabetização científica de Sasseron & Carvalho (2011) em todos os eixos avaliativos: 1 - conteúdo teórico, 2 - recursos visuais, 3 - atividades propostas e 4 - recursos didáticos adicionais. Acrescentando, portanto, tópicos relacionados à promoção da Alfabetização Científica dos alunos em conjunto com os tópicos já estabelecidos por Vasconcelos & Souto (2003).

Ao primeiro eixo avaliativo "Conteúdo Teórico", foi acrescentado aos critérios estabelecidos por Vasconcelos & Souto (2003) um novo tópico de avaliação, denominado "Nível de estímulo à alfabetização científica". Referindo-se aos três pontos levantados por Sasseron & Carvalho (2011). Assim, a ficha de avaliação (Figura 1) manteve-se semelhante à utilizada por Lopes & Vasconcelos (2012), a qual teve como base os critérios de Vasconcelos & Souto (2003).

Figura 1 – Ficha de avaliação do conteúdo teórico

CRITÉRIO	Sim	Não	Não se aplica	
Aborda o tema em uma unidade, capítulo ou tópico específico?				
Aborda os elementos de seu <i>corpus</i> conceitual de forma aplicada ao entendimento de um determinado assunto?				
O autor deixa claro que o método filogenético é um dentre outros que já foram utilizados?				
	Superficial	Razoável	Adequado	
Nível de estímulo à alfabetização científica				
Nível de aprofundamento conceitual				
Nível de clareza e coerência do texto				
	Não	Sim, mas superficialmente	Sim, de forma adequada	Não se aplica
Trabalha a análise de um cladograma?				
Trabalha a diferença entre Sistemática, Taxonomia e Nomenclatura?				

Legenda: Componentes avaliativos do conteúdo teórico. Fonte: modificado de Vasconcelos & Souto (2012).

O estímulo à alfabetização científica foi considerado “adequado” quando satisfizes os três critérios supracitados: trabalhou com a exposição de problemas reais, estimulou a capacidade de argumentação e promoveu reflexões de cunho ético-social (SASSERON; CARVALHO, 2011). Caso tenha faltado com um ou dois deles, foi considerada como “razoável” e, por fim, se faltar com todos eles, foi considerado como “superficial”. Já o nível de aprofundamento conceitual foi entendido como “adequado” se seguiu os padrões considerados essencialmente pertinentes à representação das bases teóricas do tema, sendo estes: i) desenvolvimento de uma abordagem histórica, mesmo que lacônica, dos paradigmas que fundamentaram cada sistema de classificação, ii) apresentação e definição dos seguintes conceitos-chave: a noção de tempo geológico, homologia, monofiletismo, e se abordou diretamente o que representa a Sistemática Filogenética, e iii) explicitou o significado das relações de parentesco entre os grupos de seres vivos como hipóteses filogenéticas, ou seja, atribuindo uma lógica científica ao seu tratamento (HENNIG, 1966; GRIFFITHS, 1974; GHISELIN, 1994; WAIZBORT, 2001; SANTOS; CALOR, 2007; SANTOS; KLASSA, 2012; COUTINHO; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2014). Os volumes cujo a abordagem tenha satisfeito todos os requisitos mencionados, foram então considerados como “adequados”. Se cumpriram pelo menos dois, foi considerado como “razoável”, ou se apenas um deles tenha sido cumprido, sua abordagem foi classificada como “superficial”.

Por fim, o nível de clareza do texto se referiu à acuidade conceitual, ou seja, a maneira com que os conceitos são definidos e trabalhados, o que envolve diretamente a detecção de distorções consideradas graves, se presentes, no texto. Já a coerência entre as informações apresentadas visou avaliar a presença e/ou ausência de contradições aparentes ao abordar o assunto, bem como a lógica de apresentação do conteúdo em si. Com isso, foi considerado “adequado” o livro que apresentou perfis conceituais lógicos, coesos e com distorções que não sejam comprometedoras do entendimento do assunto por parte dos alunos (VASCONCELOS; SOUTO, 2003; LOPES; VASCONCELOS, 2012).

Para análise dos recursos visuais (Figura 2) foram utilizados os critérios levantados por Vasconcelos & Souto (2003). Nesse caso, o livro que apresentou imagens de boa qualidade, diagramação e de inserção lógica ao longo do texto foi considerado “bom”. Já a relação com o texto, foi considerada como “boa” as obras cujo as imagens tenham sido utilizadas como complementos e não como substitutas do texto. Assim, sua apresentação se deu de forma coerente e coesa com as informações apresentadas, sem levar o leitor a se confundir. Quanto à contextualização das imagens, foi assinalada como “boa” a obra que apresentou imagens que envolvem o cotidiano, as questões atuais, originais e que representem as vivências vigentes. Por fim, o grau de inovação foi classificado como “bom” no sentido mais explícito possível do verbo “inovar”, ou seja, o livro que continha imagens inéditas, criativas e originais, tanto em termos de qualidade, lógica e inserção no texto.

Figura 2 – Ficha de avaliação dos recursos visuais

CRITÉRIO	FRACO	REGULAR	BOM
Qualidade das ilustrações			
Relação com o texto			
Contextualização			
Inovação			

Legenda: Componentes avaliativos dos recursos visuais. Fonte: modificado de Vasconcelos & Souto (2012).

A avaliação das atividades propostas seguiu os critérios do “caráter científico” de Vasconcelos & Souto (2003), mas também foi acrescentado um novo critério voltado à avaliação da promoção da alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2011). Entretanto, a ficha manteve-se similar à utilizada por Vasconcelos & Souto (2003) (Figura 3). Porém, para além da dicotomia “presença” e “ausência” do determinado recurso, foi avaliado se este envolve a promoção da alfabetização científica do aluno e se o conteúdo está atualizado.

Figura 3 – Ficha de avaliação das atividades propostas

CRITÉRIO	SIM	NÃO
Propõe atividades em grupo?		
As atividades são facilmente executáveis e acessíveis?		
As atividades trabalham a alfabetização científica dos alunos?		
Propõe questões no final do capítulo?		
As questões têm enfoque multidisciplinar?		
As questões trabalham a alfabetização científica dos alunos?		
Indica outras fontes de informação?		
As atividades e questões têm relação direta com o conteúdo trabalhado?		

Legenda. Componentes avaliativos das atividades propostas. Fonte: modificado de Vasconcelos & Souto (2012).

Em relação aos recursos adicionais, foram utilizados os critérios propostos por Vasconcelos e Souto (2003) (Figura 4). Os critérios adotados envolvem a dicotomia entre “presença” e “ausência”. Portanto, o livro que apresentou o recurso recebeu a marcação de que este está presente. No entanto, para além desta dicotomia, também foi avaliado se: i) o recurso explorou o conteúdo de forma satisfatória?, ii) o quão atualizado ele está?, iii) trabalhou a alfabetização científica do leitor? Logo, apesar de utilizar a mesma ficha e os mesmos critérios de Vasconcelos & Souto (2003), foram adicionados os questionamentos supracitados para a discussão realizada.

Figura 4 – Ficha de avaliação dos recursos adicionais

CRITÉRIO	Presente	Ausente
Glossários		
Atlas		
Listas de exercícios		
Guias de experimentos		
Guia do professor		

Legenda. Componentes avaliativos dos recursos visuais. Fonte: modificado de Vasconcelos & Souto (2012).

Por fim, para entender as tendências vigentes no ensino de sistemática filogenética mediado pelos livros aprovados, foi realizada uma análise lógico-semântica do material avaliado, que se encontra na Guia PNLD 2021 (BRASIL, 2021). Foram analisados os sentidos

do conteúdo manifesto e não somente a estrutura formal do texto. Desta forma, o procedimento consistiu, em primeiro lugar, na seleção das Unidades de Análise, em segundo lugar, na pré-análise e, por fim, a análise em si, culminando no estabelecimento de categorias à posteriori com as seguintes propriedades: objetividade, lógica e exclusão mútua (FRANCO; 2005). Com isso, pretendeu-se responder a terceira pergunta norteadora.

Resultados e Discussão

Foram separados um total de 11 volumes das 7 coleções contidas no Guia PNLD 2021, pois abordavam o tema selecionado (Figura 5). Com isso, 36% dos volumes destinaram um capítulo, tópico ou unidade específica para abordar o assunto “Classificação dos seres vivos”, sendo este recorrentemente abordado em concomitância ou após a introdução do assunto “Evolução” (Figura 6). No entanto, grande parte dos volumes (60%) não trataram a Sistemática diretamente. Já 80% dos volumes utilizaram elementos do seu corpus conceitual, como os cladogramas, para ilustrar relações entre grupos de seres vivos, em grande parte entre os primatas (Figura 6).

Figura 5 – Coleções aprovadas para o PNLD 2021

Editora	Título da coleção	Código
Moderna	MODERNA PLUS – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	0198P21203
Moderna	CIÊNCIAS DA NATUREZA – LOPES & ROSSO	0194P21203
Moderna	CONEXÕES - CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	0199P21203
Moderna	DIÁLOGO – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	0196P21203
FTD	MULTIVERSOS - CIÊNCIAS DA NATUREZA	0221P21203
Scipione	MATÉRIA, ENERGIA E VIDA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR	0181P21203
SM	SER PROTAGONISTA CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	0201P21203

Legenda. Coleções aprovadas para o PNLD 2021; destas, foram selecionados 7 volumes para avaliação e análise de conteúdo. Fonte: Autores.

Figura 6 – Abordagem do tema Sistemática Filogenética nos volumes avaliados



Legenda: Representação gráfica da quantidade de volumes que destinaram um capítulo, unidade ou tópico específico para abordar o tema “Sistemática” (A), quantidade de volumes que utilizam elementos do corpus conceitual da Sistemática para abordar diversos assuntos (B) e o nível de aprofundamento conceitual ao trabalhar o assunto em específico (C). Fonte: Autores.

A maior parte dos livros apresentou um nível de estímulo adequado no que se refere à alfabetização científica, relacionando o corpus conceitual da Sistemática e da evolução com assuntos do cotidiano, trabalhando a argumentação ao longo do texto e promovendo reflexões de cunho ético-social, o que vai de encontro com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente. No entanto, somente 20% dos livros apontaram um nível de aprofundamento conceitual entendido como adequado, apesar da maior parte dos livros atribuir uma abordagem histórica à Evolução em si, mas não à Sistemática. Ainda assim, é uma abordagem da evolução restrita à dicotomia entre Lamarck e Darwin, sem apontar a filosofia por trás de suas concepções, inclusive em relação à Síntese Evolutiva (Figura 6).

Somente 20% dos volumes não trataram a leitura e análise de cladogramas, porém em 70% não foi detectada a devida nitidez na diferença entre os escopos da Sistemática, Taxonomia e Nomenclatura explicitamente. Já o nível de clareza e coerência entre as informações levantadas ao longo do texto foi considerado adequado em 40% dos volumes, destacando que foram detectadas distorções conceituais consideradas graves. Somente um volume cuidou da construção de um cladograma e sua abordagem se deu por meio de uma atividade didática de caráter pragmático.

Em quatro dos cinco volumes que dedicaram um tópico em especial para abordar a Sistemática, os autores não deixam claro que o método cladístico, que embasa a Sistemática Filogenética, foi uma dentre outras diversas propostas utilizadas pelos cientistas ao longo da história. Todavia, de maneira resumida, representam-na por meio de uma transição abrupta do sistema de classificação lineano, o passado, ao sistema de classificação filogenético, o presente. Isso sem mencioná-lo explicitamente, apenas versando sobre o surgimento de um novo sistema cujo método objetiva “reconstruir as relações evolutivas entre os grupos e não somente fazer alusão à similaridade morfológica como critério único para estabelecê-los”.

Figura 7 – Categorias de distorções conceituais consideradas graves detectadas no material analisado.

PROBLEMAS ENCONTRADOS	
EXCERTO EXEMPLIFICADOR	PADRÃO
“Cada táxon engloba um grupo de seres vivos com características semelhantes entre si.”	Não explicita a importância da ancestralidade comum para erigir um Taxa.
“Platelmintos [...]. Apresentam corpo mole e achatado, que podem ser de vida livre [...], ou parasitas[...].”	Descrição essencialista dos grupos, ou seja, com base em uma lista de atributos morfofisiológicos, sua importância econômica e sem contextualização evolutiva adequada.
“Já os indivíduos menos adaptados podem ser eliminados do ambiente antes de conseguirem se reproduzir [...]”	Distorção do conceito de adaptação, confundindo-o com ajuste individual, aclimação ou aptidão.
“Esse sistema de classificação, utilizado até hoje, foi proposto no século XVIII pelo naturalista Carl von Linné (1707-1778), conhecido como Lineu, em sua obra <i>Systema Naturae</i> .”	Confusão entre os escopos da Sistemática, Taxonomia e Nomenclatura

Legenda: Principais padrões de distorções conceituais consideradas como graves, pois reproduzem vícios já apontados como prejudiciais para o adequado entendimento do assunto em estudos pretéritos. Dentre eles, podemos citar: adaptacionismo, genocentrismo e essencialismo (SEPÚLVEDA; EL-HANI, 2008; D’AMBROSIO; BIZZO; DOS SANTOS, 2018; ARAÚJO, 2019). Fonte: Autores.

De maneira geral, é possível observar uma mudança interessante no que antes era detectado nos livros em comparação com as coleções atuais. Apesar da ocorrência de certas distorções graves (Figura 7) e da diminuição do espaço dado para abordar o tema, em algumas obras certos erros recorrentes como a confusão relacionada ao escopo da sistemática, da taxonomia e da nomenclatura biológica foram menores ou encontrados em proporção parelha quando comparados ao que foi apontado em estudos pretéritos (RODRIGUES et al., 2011; LOPES; VASCONCELOS, 2012; RODRIGUES; JUSTINA; CORDEIRO et al., 2018a; SILVA; NERY, 2020; SILVA; MEGLHIORATTI, 2020). Isto é, mesmo não deixando em explícito as diferenças entre os seus escopos, na maior parte dos volumes não foi detectada a consideração equivocada de que eles fossem iguais, ou seja, que taxonomia, sistemática e nomenclatura fossem termos sinônimos.

Em nenhum volume foi detectada a reprodução equivocada da evolução humana como uma “marcha para o progresso”. No entanto, ainda são reproduzidos vícios persistentes no que tange à abordagem do conteúdo teórico, enxugando-o sem conferir o devido destaque aos seus cruciais aspectos históricos e filosóficos, um padrão que reverbera no ensino de biologia como um todo (SANTOS; KLASSA, 2012). A abordagem histórica dos sistemas de classificação, quando se fez presente, foi apresentada de maneira superficial. Isso pode levar os alunos a associar tanto a construção quanto o escopo da Sistemática como ciência, sem entender suas principais bases teóricas e filosóficas, representando um retrocesso quando comparado à análise de materiais anteriores desenvolvidos em outros contextos curriculares (CORDEIRO; MORINI, 2017).

Com isso, existe uma necessidade a ser empenhada com os alunos em sala de aula, decorrente da abordagem superficial das bases teóricas, filosóficas e históricas do assunto. Tal necessidade consiste em evidenciar a importância da mudança de paradigmas ao longo da história dos sistemas de classificação. Destacando, portanto, quais eram estes paradigmas e o porquê de sua importância. Conferir historicidade pode ser uma boa estratégia para trabalhar a argumentação dos alunos e uma compreensão mais profunda do assunto (KNAPP; D’AVANZO, 2010).

As ilustrações utilizadas ao longo dos volumes foram consideradas de excelente qualidade, muito bem contextualizadas, inovadoras e bem relacionadas com o texto na quase totalidade dos volumes. Porém, algumas obras apresentavam figuras com configuração gráfica similar a um cladograma em um formato de Atlas que, por necessitar de uma visão mais ampla, pode levar a uma leitura equivocada das relações por ela representadas. De um modo geral, os cladogramas quando apresentados estavam razoavelmente explicados, com bons exemplos (Figura 8).

Figura 8 – Alfabetização científica, atividades propostas e leitura de cladogramas



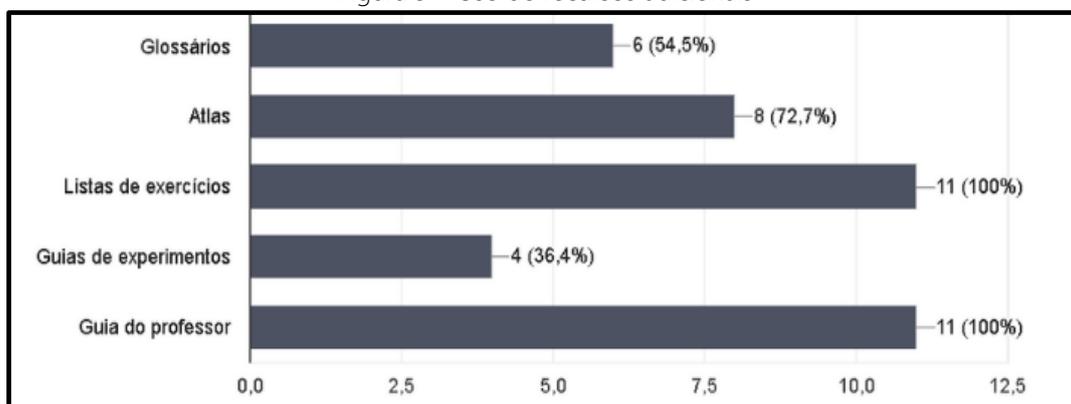
Legenda. Representação gráfica da quantidade de volumes em que as atividades propostas envolviam pesquisa, argumentação, reflexões e dinâmicas de grupo (A), do nível de estímulo à

alfabetização científica trazido pelas atividades (B) e o nível de estímulo e aprofundamento relacionado à leitura e análise de cladogramas. Fonte: Autores.

As atividades propostas em sua maioria (80%) envolviam trabalhos, reflexões, dinâmicas em grupo, sendo em grande parte facilmente executáveis e acessíveis (Figura 8). No entanto, somente 30% foram de encontro aos critérios promotores da alfabetização científica dos alunos. Por outro lado, 60% foram parcialmente de encontro, trabalhando de um a dois dos critérios e 10% não trabalharam nenhum deles (Figura 8). Uma das coleções utilizou um método ativo de ensino, expondo questões que envolvem pesquisa e reflexão, de maneira a abordar o assunto selecionado, em específico Evolução e Classificação biológica, de maneira dinâmica em conjunto com os alunos, tratando o assunto em concomitância com as atividades propostas.

Todos os volumes apresentavam questões de caráter multidisciplinar no final dos capítulos, 80% indicavam fontes seguras de informação sobre os assuntos abordados, 40% apresentavam Atlas ilustrativos, 70% apresentavam guias de experimentos e somente 20% apresentavam glossários (Figura 9). Dentre os recursos complementares, a maior parte não estimulava o aluno a explorar a filogenia dos demais grupos de seres vivos do planeta, o que apesar de ser uma consequência da transposição resumida do tema por parte do currículo vigente (FRANCO; MUNFORD, 2018), poderia ser melhor explorado. Ademais, os textos complementares foram bem selecionados, abordando questões importantes como racismo, darwinismo social e a importância do pensamento crítico.

Figura 9 – Uso de recursos adicionais



Legenda: Frequência com que os recursos adicionais foram utilizados nos volumes avaliados. Fonte: Autores.

Foram detectados elementos genocentristas, adaptacionistas e essencialistas em grande parte dos volumes analisados. Abordagens utilitaristas foram um meio comum de tratar os grupos de seres vivos, enfocando em sua importância econômica ou medicinal em detrimento de sua posição filogenética, seus padrões de distribuição ou a sua ecologia. Além disso, pouco foi detectado o esforço para unir a abordagem filogenética com a biogeográfica na maior parte dos volumes, o que é considerado uma importante relação para o entendimento evolutivo dos padrões de diversidade (SANTOS; AMORIM, 2007). Assim, pode-se concluir que as obras ainda se encontram embebidas em aspectos relacionados à limitação de um ensino de caráter pragmático, focado na “Nova Síntese” e não na evolução em si, necessitando de atualizações decorrentes do atual panorama da Síntese Estendida e Atualizada da Teoria da Evolução (PIGLIUCCI; MÜLLER, 2010; GABRIELY; DOS SANTOS, 2019). No entanto, uma

pequena parte das obras contextualiza geologicamente pontos importantes sobre a história do surgimento e diversificação das principais linhagens de seres vivos existentes, desenvolvendo a noção de tempo profundo e desconstruindo o entendimento estático da história do planeta. Estas coleções apresentaram aspectos promissores que devem ser vistos com bons olhos e aproveitados pelos professores em sala de aula com os alunos.

Dentre os pontos de convergência encontrados por meio da análise do material, podem ser destacados dois. O primeiro tange ao caráter antropocêntrico frente à abordagem da Sistemática e do uso de seus elementos, por meio de cladogramas principalmente, pois os utilizam majoritariamente como recursos voltados ao aprofundamento do conteúdo ao abordar a filogenia dos primatas como modelo de estudo, enfatizando aspectos da linhagem dos hominídeos. Assim, poucas obras trabalharam evolutivamente a compreensão da biodiversidade como um todo, partindo de um ponto de vista verdadeiramente evolutivo e cladístico, pois apenas listavam superficialmente as características dos demais grupos de seres vivos, sem demonstrar, mesmo que laconicamente, as principais mudanças evolutivas compartilhadas que as linhagens apresentam, o que contribui com a manutenção de uma concepção descritivo-classificatória da biodiversidade. Em suma, em boa parte dos volumes a transposição foi realizada com destaque ao entendimento da filogenia dos primatas até os hominídeos, chegando nas populações humanas e seus padrões de migração, o que pode levar a uma concepção equivocada da evolução biológica, confundindo-a com evolução cultural, o que apesar de estar relacionado, pode levar os alunos a embaralhar as ontologias empregadas em cada assunto (WAIZBORT, 2001).

O segundo ponto de convergência consiste na abordagem superficial do significado das relações filogenéticas, impossibilitando a interpretação verdadeiramente filogenética do sentido de um cladograma, apesar de atentar para o reconhecimento de seus componentes em alguns casos. Por exemplo, apesar de sua grande importância para compreensão de como são inferidas as relações de parentesco entre as linhagens de seres vivos, não foi detectada nenhuma alusão ao princípio da parcimônia, de sua importância para a construção de cladogramas, e de sua identidade como um dos pilares fundamentais que estruturam as hipóteses filogenéticas, em conjunto com o reconhecimento da ancestralidade compartilhada, que dão sentido aos agrupamentos de seres vivos (WAIZBORT, 2001; AMORIM, 2002).

Com isso, podemos constatar que não foi deixado em explícito que as relações entre os grupos se tratam de hipóteses delimitadas a partir de um método rigoroso que demonstra a existência de uma ordem por trás das relações entre os grupos, o que impede a aquisição de um entendimento da Sistemática filogenética como uma teoria científica sobre a organização hierárquica-evolutiva do mundo biológico e não como uma narrativa simples, linear e teleológica da história da vida no planeta (WAIZBORT, 2001; SANTOS; CALOR, 2007). Sendo assim, foram estabelecidas duas categorias a posteriori decorrentes da análise lógico-semântica do conteúdo: I) Estímulo superficial ao desenvolver o pensamento em árvore nos estudantes e, II) Não trabalhar o desenvolvimento do pensamento em árvore.

A primeira categoria engloba as obras que, apesar dos dois pontos de convergência supracitados, executam de maneira adequada a leitura e análise dos componentes de um cladograma e diferenciam os escopos da Taxonomia, Nomenclatura e Sistemática de maneira clara e objetiva. No entanto, não mostram como a diversidade, como um todo, pode ser compreendida evolutivamente, pois ainda retém elementos essencialistas na abordagem dos grupos e não sobressaltam a robustez e importância do caráter científico do método

cladístico, o qual embasa a Sistemática Filogenética. Recortando-a, portanto, no que tangencia as suas mudanças e perpasses históricos e filosóficos. Havendo, apesar de tudo, um estímulo, mesmo que tímido, ao pensamento filogenético, mas que pode ser aprimorado em sala de aula. Tais reflexões se fazem presentes em 40% dos volumes analisados.

Já a segunda categoria engloba os volumes que não tratam a leitura e análise dos componentes de cladogramas de forma adequada, abordando superficialmente a Sistemática como um todo. Portanto, não estimulam o irromper do entendimento essencialista, teleológico, fragmentado, descritivo-classificatório da biodiversidade. Esta categoria engloba 60% dos volumes analisados que, portanto, reproduzem as tendências pretéritas duramente criticadas na abordagem do tema (WAIZBORT, 2001; KRASILCHIK, 2004; RICHTER; GÜLLICH; HERMEL, 2017).

CONCLUSÃO

Para construir plenamente o entendimento evolutivo da biodiversidade com os alunos, não é apenas necessário trabalhar o assunto por meio de uma abordagem filogenética conceitualmente correta. É, também, peremptório atribuir e construir em conjunto com eles o sentido do que está sendo ensinado. Assim, demonstra-se de forma eficiente como este conhecimento é construído e aplicado em questões atuais enfrentadas pela humanidade.

Entretanto, por meio da avaliação e análise do conteúdo presente nos volumes selecionados a partir das coleções aprovadas no PNLD 2021, foi possível reconhecer que grande parte do material, apesar de utilizar importantes elementos do corpus conceitual da Sistemática Filogenética, não endereça um tópico, capítulo ou unidade específica para abordá-la de forma concisa e coerente com os demais assuntos presentes nos livros. Além disso, o material ainda se encontra restrito aos vieses oriundos de um ensino de evolução embebido nas postulações oriundas da “Nova Síntese” evolutiva. Evidenciando, portanto, a necessidade de que os professores demonstrem que atualmente o conhecimento evolutivo se encontra reorganizado dentro do que é chamado de “Síntese Estendida e Atualizada da Teoria Evolutiva”.

Sem uma abordagem conceitualmente concisa, os alunos não aprendem a interpretar verdadeiramente o significado dos elementos conceituais da Sistemática Filogenética, pois perdem a dimensão histórica, filosófica e científica de seus perpasses. Tais aspectos limitam a compreensão crítica da biodiversidade, pois a abordagem evolutiva fica desconexa do conteúdo em si, permitindo que o caráter fragmentado e “memorizativo” continue reverberando no ensino básico.

A limitação imposta pela abordagem enxuta dos aspectos históricos e filosóficos no material analisado é um alerta para que os professores busquem outros meios para abordar o tema. De forma a contribuir com o combate aos principais obstáculos epistemológicos relacionados ao aprendizado da Teoria Evolutiva, são eles: o essencialismo, o adaptacionismo e o genocentrismo. Algumas sugestões para criar novas possibilidades dentro desta limitação podem ser encontradas na adaptação do uso de livros, filmes e atividades lúdicas. Estes podem ser aproveitados como recursos didáticos adicionais, com a finalidade de promover um melhor entendimento do conteúdo, aprofundando e desconstruindo os vícios que preponderam no ensino de Evolução e Sistemática no Brasil de maneira geral (SILVA; METTRAU; BARRETO, 2007; PIASSI, 2015; CORDEIRO et al., 2018b; GÓES et al., 2018; GIRALDI; GALVÃO, 2021; MORAES; AIRES; GÓES, 2021).

REFERÊNCIAS

- AMORIM, D. DE S. **Fundamentos de Sistemática Filogenética**. 1. ed. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2002.
- ARAÚJO, L. A. L. A evolução como tema central e unificador no ensino de biologia: questões históricas e filosóficas. **Filosofia e História da Biologia**, v. 14, n. 2, p. 250, 2019.
- BAUM, D. A.; SMITH, S. D.; DONOVAN, S. S. S. The Tree-Thinking Challenge. **Science**, v. 310, n. 5750, p. 979–980, 11 nov. 2005. DOI: 10.1126/science.1117727
- BELMIRO, C. A. A imagem e suas formas de visualidade nos livros didáticos de Português. **Educação & Sociedade**, v. 21, n. 72, p. 11–31, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 10 set. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Guia Digital PNLD 2021Obras Didáticas por Áreas do Conhecimento e Específicas**. Brasília: MEC, 2020. Disponível em: <https://pnld.nees.ufal.br/pnld_2021_didatico/inicio>. Acesso em: 30 nov. 2021
- CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné**. La Pensée ed. 1991.
- CORDEIRO, R. S. et al. Abordagem de Sistemática Filogenética com ênfase em Biodiversidade nos Livros Didáticos. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 4, p. 610–625, 13 set. 2018a.
- CORDEIRO, R. S. et al. FILOGENIA: ABORDAGEM TRIDIMENSIONAL E REPRESENTAÇÕES DOS ALUNOS DA 3ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO. **Revista Prática Docente**, v. 3, n. 2, p. 519–538, 2018b. DOI: 10.23926/RPD.2526-2149.2018.v3.n2.p519-538.id232
- CORDEIRO, R. S.; MORINI, M. C. História da Filogenia: uma análise dos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2015. **Revista Científica UMC**, v. 2, n. 2, jun. 2017.
- COUTINHO, C.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Estimulando o “Pensamento em Árvore” em Alunos de Ensino Médio: Potencial de Contribuição dos Livros Didáticos de Biologia. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 3, p. 326–336, set. 2014.
- D’AMBROSIO, M.; BIZZO, N.; DOS SANTOS, F. S. Difficulties in teaching evolution due to the influence of teleology. **Filosofia e História da Biologia**, v. 13, n. 2, p. 191–206, 2018.
- FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Brasília: Líber Livro, 2005.
- FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: Um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, v. 36, n. 1, p. 158–171, abril 2018.
- GABRIELY, M.; DOS SANTOS, C. M. D. Em direção a uma síntese estendida da teoria evolutiva: estado da arte e perspectivas futuras. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 6, n. 5, p. 60–76, jul. 2019.
- GHISELIN, M. T. Darwin’s language may seem teleological, but his thinking is another matter. **Biology & Philosophy**, v. 9, n. 4, p. 489–492, out. 1994.
- GIRALDI, P. M.; GALVÃO, C. Educação científica e tecnológica e literatura: uma leitura de A Caverna de José Saramago. **Perspectiva**, v. 39, n. 2, p. 1–20, jul. 2021.

GÓES, A. C. DE S. et al. A obra Admirável mundo novo no ensino interdisciplinar: fonte de reflexões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 3, p. 563–580, set. 2018. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180030003>

GRIFFITHS, G. C. D. On the foundations of biological systematics. **Acta Biotheoretica** 1974, v. 23, n. 3, p. 85–131, 1974.

HENNIG, W. **Phylogenetic Systematics**. [s.l.] University of Illinois Press., 1966.

KNAPP, A. K.; D'AVANZO, C. Teaching with principles: Toward more effective pedagogy in ecology. **Ecosphere**, v. 1, n. 6, p. 1–10, dez. 2010. DOI: 10.1890/ES10-00013.1

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

LOPES, W. R.; VASCONCELOS, S. D. REPRESENTAÇÃO E DISTORÇÕES CONCEITUAIS DO CONTEÚDO"FILOGENIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 14, n. 3, p. 149–165, dez. 2012.

MORAES, I. DE O.; AIRES, R. M.; GÓES, A. C. DE S. Science fiction and science education: 1984 in classroom. **International Journal of Science Education**, vol. 43, n. 15, p. 2501–2515, 2021. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1972488>

PIASSI, L. P. DE C. A ficção científica como elemento de problematização na educação em ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 21, n. 3, p. 783–798, set. 2015.

PIGLIUCCI, M.; MÜLLER, G. B. **Evolution: the extended synthesis**. Cambridge: MIT press, 2010.

RICHTER, E.; GÜLLICH, R. I. DA C.; HERMEL, E. DO E. S. Concepções de ensino em livros didáticos de biologia: um recorte temporal (1923 a 2004). **Revista Transmutare**, v. 2, n. 1, p. 71–86, 25 out. 2017.

RODRIGUES, M. E.; JUSTINA, L. A. DELLA; MEGLHIORATTI, F. A. O CONTEÚDO DE SISTEMÁTICA E FILOGENÉTICA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 13, n. 2, p. 65–84, ago. 2011.

SANTOS, C. M. D.; KLASSA, B. Despersonalizando o ensino de evolução: ênfase nos conceitos através da sistemática filogenética. **Educação: teoria e prática**, v. 22, n. 40, p. 62–81, ago. 2012.

SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. ENSINO DE BIOLOGIA EVOLUTIVA UTILIZANDO A ESTRUTURA CONCEITUAL DA SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA – I. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 2, p. 1–8, jun. 2007.

SANTOS, C. M. D., AMORIM, D. DE S. Why biogeographical hypotheses need a well supported phylogenetic framework: a conceptual evaluation. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 47, n. 4, pp. 63–73, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0031-10492007000400001>

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. DE. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011.

SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 10, n. 1, p. 101–110, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000100007>

SEPÚLVEDA, C.; EL-HANI, C. N. ADAPTACIONISMO VERSUS EXAPTACIONISMO: O QUE ESTE DEBATE TEM A DIZER AO ENSINO DE EVOLUÇÃO?. **Ciência e Ambiente**, v. 36, n. 1, p. 93–124, 2008.

SILVA, A.; METTRAU, M.; BARRETO, M. O lúdico no processo de ensino-aprendizagem das ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 88, n. 220, 18 jun. 2007.

SILVA, J. A. D. DA; NERY, A. S. D. A CLASSIFICAÇÃO DOS SERES VIVOS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO: UMA INVESTIGAÇÃO À LUZ DAS NOVAS CONTRIBUIÇÕES DA BIOLOGIA MOLECULAR À TAXONOMIA. **Cadernos de Educação Básica**, v. 5, n. 2, p. 61–72, 31 ago. 2020.

SILVA, L. N. DA; MEGLHIORATTI, F. A. ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA EM PERIÓDICOS DE ENSINO: O QUE TRAZEM AS PESQUISAS? **VIDYA**, v. 40, n. 1, p. 259–278, 31 jul. 2020.

Silva, M. A. A fetichização do livro didático no Brasil. **Educação & Realidade**, n. 37, p. 803–821, set. 2012.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 9, n. 1, p. 93–104, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000100008>

WAIZBORT, R. Teoria social e biologia: perspectivas e problemas da introdução do conceito de história nas ciências biológicas. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 8, n. 3, p. 633–653, dez. 2001. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702001000400007>