

A COMPREENSÃO DE CONCEITOS ECOLÓGICOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: AVALIAÇÃO POR MAPAS CONCEITUAIS

*The understanding of ecological concepts in Basic
Education: evaluation by concept maps*

*La comprensión de conceptos ecológicos en la Educación
Básica: evaluación por mapas conceptuales*

LORRAINY ANASTÁCIO BARTASSON
Diretoria de Vigilância Ambiental da SES/DF

CARLOS HIROO SAITO
Universidade de Brasília

RESUMO Pesquisas e documentos nacionais e internacionais destacam a preocupação com o ensino sobre a conservação da biodiversidade e com o cenário de elevada extinção de espécies. Considerando a perspectiva dialógico-problematizadora do material didático PROBIO Educação Ambiental (PROBIO-EA), este se constitui um potencial complemento à sala de aula, a qual costuma se embasar em livros didáticos incompletos. Este trabalho propôs-se a fazer a avaliação da contribuição do PROBIO-EA para a aprendizagem do conceito central “extinção de espécies”, usando conceitos relacionados que estavam presentes no material. A avaliação foi desenvolvida em salas de aula de 6ª série/7º ano de duas escolas da rede pública de Brasília. Mapas conceituais (MC) foram elaborados em momentos pré e pós-teste, e entre eles, utilizou-se o PROBIO-EA. Os MC foram contrastados com mapas elaborados por *experts*. Os resultados mostram que os referidos alunos passaram a construir MC mais semelhantes aos dos *experts* e a estabelecer mais relações corretas e acerca do conceito central de extinção de espécies.

PALAVRAS-CHAVE: EDUCAÇÃO AMBIENTAL; MATERIAL DIDÁTICO; MAPA CONCEITUAL.

ABSTRACT Academic research, Brazilian and international documents emphasize the concern for conservation education and the scenario of high species extinction. Considering the dialogical problem-solving perspective of the didactic material PROBIO-Environmental Education (PROBIO-EE), this constitutes a potential tool for the classroom. This work aimed to make the evaluation of the contribution of PROBIO-EE for understanding of the central concept of species extinction, through the use of concepts presented in the material. The evaluation was performed in the classrooms of 6th grade in two public schools in Brasília - Brazil. Concept Maps (CM) were produced in pre and post-test, and among them,

students used the PROBIO-EE. The student's CM were compared with maps produced by experts. Results showed that students construct CM more like those of experts and produced more right relationships about the central concept, that is limited at school.

KEYWORDS: ENVIRONMENTAL EDUCATION; DIDACTIC MATERIAL; CONCEPTUAL MAPS.

RESUMEN Investigaciones y documentos nacionales e internacionales destacan la preocupación con la enseñanza de la Conservación de la Biodiversidad y con el escenario de elevada extinción de especies. Considerando la perspectiva dialógico-problematizadora del material didáctico PROBIO Educación Ambiental (PROBIO-EA), este se constituye en un potencial complemento a las clases basadas en libros didácticos incompletos. Este trabajo hará una evaluación de la contribución del PROBIO-EA para el aprendizaje del concepto central Extinción de especies, usando conceptos presentes en el material. La evaluación fue desarrollada en las clases del sexto/septimo año de dos escuelas de la red pública de Brasilia. Mapas conceptuales (MC) fueron elaborados en momentos pre y post-ensayo, y entre ellos, se utilizó el PROBIO-EA. Los MC fueron contrastados con mapas elaborados por experts. Los resultados muestran que los alumnos construyen MC más semejantes a los de los experts y pasan a construir más relaciones correctas sobre el concepto central de Extinción de especies.

PALABRAS-CLAVE: EDUCACIÓN AMBIENTAL; MATERIAL DIDÁCTICO; MAPAS CONCEPTUALES.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da Educação Ambiental (EA) teve início com as preocupações acerca da degradação de recursos naturais, do crescimento de desigualdades e estabelecimento das injustiças sociais decorrentes do desenvolvimento global da economia (UNESCO/UNEP, 1978). Na década de 1970, conferências internacionais disseminaram a ideia de que a Educação Ambiental deveria ser praticada em todos os ambientes, do escolar ao político, de forma a buscar uma mudança comportamental frente ao meio (SAITO, 2002). Entre as décadas de 1970 até os anos 2000, surgiram políticas públicas a favor do tema: a Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981); a Educação Ambiental, definida como tema transversal nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental – Séries Finais (PCN – Séries Finais) (BRASIL, 1997); a Agenda 21, resultante da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, ocorrida no Rio de Janeiro em 1992 (Conferência das Nações Unidas para o

Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1992) e o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e de Responsabilidade Global o Fórum Global (Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e de Responsabilidade Global, 1992); e a Política Nacional de Educação Ambiental pela Lei nº 9.795/99 (BRASIL, 1999), fugindo da visão exclusivamente naturalista ao apresentar enfoque no estabelecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social (SAITO, 2002).

Ao redor do mundo, em 2004, a Sociedade de Biologia da Conservação (SCB – Society for Conservation Biology) propôs as diretrizes recomendadas para a disseminação da conservação da biodiversidade. A Educação é apresentada como uma das ações para proteção da diversidade, devendo ocorrer em todos os níveis da sociedade, para reconhecimento do pertencimento do homem à natureza. Conceitos ecológicos aparecem em grande número e, dentre eles, está presente o conceito de extinção, associado aos efeitos das ações humanas e eventos estocásticos (TROMBULAK et al., 2004).

Observa-se que, em documentos nacionais e internacionais e da academia, há direcionamento acerca da prática de Educação Ambiental e do ensino em conservação da biodiversidade. Também se destaca a preocupação com o cenário de diminuição de diversidade, provocada por elevada extinção de espécies, resultante das interações humanas com o meio. Os instrumentos norteadores do ensino brasileiro e do Distrito Federal, PCN – Séries Finais e as Orientações Curriculares do Governo do Distrito Federal, já apresentam conformidade com tal cenário (BRASIL, 1998; GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL, 2009). No entanto, os livros didáticos brasileiros, materiais mais utilizados em sala de aula (SILVA, 1996; DANTE, 1996), não são planejados de forma a apresentar a temática de biodiversidade, não estando em conformidade com a atual preocupação com o meio ambiente (DINIZ; TOMAZELLO, 2006; SAITO; ALMEIDA, 2006). Quando não estão incompletos, apresentam erros quanto aos conceitos ecológicos (WEBB; BOLTT, 1990; BARMAN; MAYER, 1994; MUNSON, 1994; GIBSON, 1996; CICILLINI, 1998; REINER; EILAM, 2001; SAITO; ALMEIDA, 2006; BRANDO; CAVASSAN; CALDEIRA, 2009; NUNES; CAVASSAN, 2011) o que leva o aluno a interiorizar o conceito equivocado apresentado pelo material escolar (LAJOLO, 1996).

Visando a suprir a necessidade de se estabelecer um arcabouço conceitual bem articulado, estratégia em concordância com as diretrizes da Sociedade de Biologia da Conservação, e a interpretação da regularidade dos processos ecológicos, como a extinção de espécies, os materiais didáticos complementares associados a práticas de Educação Ambiental podem ser utilizados para desenvolver atividades relacionadas à biodiversidade, de forma transversal (SAITO; ALMEIDA, 2006). Quando planejados nas teorias de investigação-ação, podem auxiliar os alunos a interpretar a realidade a partir de suas próprias práticas, concepções e valores que foram se desenvolvendo durante o período escolar (SAITO; BASTOS; ABEGG, 2008).

Em consonância com as disposições do PCN e da Política Nacional de Educação Ambiental, bem como com as diretrizes da SCB e de documentos internacionais, o material didático PROBIO Educação Ambiental – no âmbito do PROBIO, Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – foi concebido e produzido no ano de 2006, junto ao Ministério do Meio Ambiente, de forma a possibilitar o desenvolvimento de atividades que promovessem a problematização da realidade. O material “Educação Ambiental PROBIO” foi desenvolvido para o Ensino Fundamental da Educação Básica Brasileira e é de livre acesso na internet¹. Ao abordar temas relacionados à biodiversidade, conjuntos de lâminas foram elaborados, abordando os temas prioritários do Projeto, “biodiversidade brasileira”, “biomas brasileiros”, “espécies da fauna ameaçadas de extinção”, “espécies exóticas invasoras”, “fragmentação de ecossistemas” e “unidades de conservação da natureza”. Os temas são discutidos inicialmente como conflitos socioambientais, explicitando a origem e a resolução de conflitos e, depois, segundo suas ações positivas respectivas. Usa textos e fotos de situações reais, e pretende promover a interface entre ensino-investigação-aprendizagem por meio da problematização (SAITO; BASTOS; ABEGG, 2008). Contendo conceitos acerca de diferentes disciplinas, permite que os alunos façam integrações entre eles, inclusive mesclando-os entre escalas. Dentre os conceitos, comenta sobre a extinção de espécies nos dois portfólios. Apresenta também o conceito de conflitos socioambientais, mostrando locais, causas e agentes responsáveis, e em ações

¹ Ver Saito, 2006.

positivas as ações desenvolvidas especificamente para solução de tal conjuntura. Assim, o material didático PROBIO tem alto potencial para integrar o processo educativo, dando ao professor a chance de utilizá-los como ação pedagógica em sala de aula, propiciando a aprendizagem em relação a processos e conceitos ecológicos presentes no currículo da Educação Básica.

Considerando a perspectiva dialógico-problematizadora do material didático PROBIO Educação Ambiental (PROBIO-EA), este se constitui um potencial complemento à sala de aula. De forma a contribuir com a seleção dos materiais didáticos que podem fazer parte do processo educativo, este trabalho foi desenvolvido no contexto escolar, sendo investigado junto a professores e alunos. Tem como objetivo avaliar a contribuição do material-didático PROBIO-EA para a aprendizagem do conceito central extinção de espécies, por meio do uso de subconceitos apresentados segundo conflitos socioambientais e ações positivas.

METODOLOGIA

As escolas participantes do estudo estão localizadas na cidade de Brasília e fazem parte da rede de ensino público.

Mapas Conceituais (MC) são representações bidimensionais de uma rede de conceitos e suas relações (MOREIRA, 1984, 1997; WILLIAMS, 1998; NATHAN, 2004; RUIZ-PRIMO, 2004; KAYA, 2008). São formados por conceitos, regularidades de eventos ou objetos, e relações entre eles, estas representadas por linhas que os interligam. Tais conexões entre conceitos são proposições, que são relações, tais como proporção, causa e consequência. Quando os MC são usados como meio de avaliação, permitem a identificação de relações não claras, inválidas e alternativas (MOREIRA, 1984; KAYA, 2008; NOVAK; CAÑAS, 2008). Dentre as diversas técnicas para construção de MC, foi escolhida a semiestruturada com conceitos predeterminados e limitados, sem fornecimento de estrutura, por possibilitar maior dinâmica na construção (CORREIA; INFANTE-MALACHIAS; GODOY, 2008; SILVA JÚNIOR; ROMANO JÚNIOR; CORREIA, 2010). O conceito central extinção de espécies é um problema real e foi tomado como ponto de partida para a escolha dos subconceitos, de forma a identificar aqueles que fornecem subsídios à

problematização e solução do problema, como propõe a metodologia da simetria invertida (NARDIN; BASTOS, 2010). Os subconceitos foram selecionados dentre aqueles presentes no material didático PROBIO e de acordo com os princípios divulgados pela Sociedade de Biologia da Conservação (TROMBULAK et al., 2004). Eles formaram dois conjuntos condizentes com as abordagens apresentadas pelo material didático, conflitos socioambientais e ações positivas, de caráter complementar, atuando como pares de problematização-solução (SAITO; BASTOS; ABEGG, 2008; NARDIN; BASTOS, 2010).

17 subconceitos formaram o conjunto acerca de conflitos socioambientais, quais sejam: destruição de mata nativa, queima da mata, inundação, contaminação, derrubada, perda de habitat, falta de alimento e abrigo, agricultura, pecuária, hidrelétrica, mineração, captura acidental, captura ilegal, tráfico de animais silvestres, Criação de animais silvestres, decoração com fauna e flora, extinção. Já o conjunto de ações positivas foi composto por outros 13 subconceitos: Educação Ambiental, valorização das espécies nativas, reintrodução no meio-ambiente, geração de renda alternativa, turismo ecológico, artesanato, gastronomia, evitar captura, evitar conflitos com animais silvestres, preservação da natureza, criação de áreas protegidas, fiscalização, participação social.

A ferramenta escolhida, mapas conceituais, permite a visualização da estrutura cognitiva dos alunos. E de forma a obtê-la antes e depois da intervenção do material didático PROBIO-EA, foi escolhido o desenho experimental de pré-teste e pós-teste intervalados por tratamento experimental (CARO; PELKEY; GRIGIONE, 1994). Foram realizadas quatro etapas para coleta de dados, em cada turma, durante seis aulas de 45 minutos pelo menos. As etapas contemplam a introdução a mapas conceituais, as fases de pré-teste e pós-teste, separadas pela fase de uso do material didático PROBIO-EA, considerada a fase de tratamento.

A primeira fase foi a abordagem preparatória para a elaboração de MC (BRISCOE; LAMASTER, 1991; YEH, 2004; BOUJAOUDE; ATTIEH, 2008; CORREIA; INFANTE-MALACHIAS; GODOY, 2008). Foi realizada para explicar sobre os aspectos estruturais – definições sobre conceitos, frases de ligação, proposições, questão focal, revisão (YEH, 2004; CORREIA; INFANTE-MALACHIAS; GODOY, 2008) – e para apresentar as regras de construção: (A) utilização

exclusivamente dos conceitos disponibilizados, sem alterações; (B) as relações deveriam ser feitas utilizando conceitos da mesma abordagem; (C) a utilização de todos os conceitos disponibilizados não é obrigatória; (D) se houver dúvida quanto a um conceito, deve-se tentar usá-lo por último; (E) os conceitos podem ser utilizados em um ou mais submapas, sendo submapas as subdivisões não conectadas de um MC. Simulamos um MC, colaborativamente, no quadro-negro da sala de aula a partir de 30 conceitos sugeridos pelos alunos sobre o assunto “internet: redes sociais” (RICE; RYAN; SAMSON, 1998). A segunda fase, pré-teste, foi desenvolvida em duas aulas subsequentes para a elaboração de dois MC acerca do conceito central, um em cada aula, sendo um para a abordagem de conflitos socioambientais e outro para ações positivas. Cada aluno dispôs de uma folha contendo os subconceitos predefinidos para utilização na atividade, uma folha em branco e material pessoal de escrita. A atividade teve duração limitada a 25 minutos. Na terceira fase, os alunos utilizaram o material didático PROBIO-EA, segundo orientações da estratégia 1, proposta como atividade pelo Livro do Professor, que acompanha o PROBIO-EA. Cada aluno recebeu um par de lâminas, sendo uma de cada portfólio (SAITO, 2006) e aqueles que receberam as lâminas do tema “biomas brasileiros” foram convidados a compartilhar a situação abordada com o restante da turma. Em seguida, o restante dos alunos foi questionado quanto ao recebimento de lâminas com fotos ou situações similares, para estimular a percepção quanto à ocorrência de um padrão. O procedimento se repetiu convidando outro aluno a relatar uma situação diferente daquela exposta anteriormente. Na quarta-fase, Pós-teste, os alunos elaboraram mais dois novos MC, segundo as duas abordagens, sendo um em cada aula. A atividade foi condicionada às mesmas regras e à utilização do mesmo material da etapa de pré-teste. As etapas de pré e pós-teste foram espaçadas por, pelo menos, três semanas. A coleta ocorreu, prioritariamente, no horário das aulas destinadas ao ensino de Geografia e Ciências Naturais e o conteúdo escolar não foi suspenso.

Após a construção dos MC pelos alunos, prosseguiu-se à comparação entre pré-teste e pós-teste (MCCLURE; SONAK; SUEN, 1999) daqueles alunos com presença em todas as etapas do estudo, sendo desconsiderados os alunos que faltaram em, pelo menos, uma das etapas.

A comparação foi realizada a partir dos seguintes critérios: (a) *Uso dos Conceitos*, de forma a conhecer aqueles conceitos mais e menos frequentes e a

diferença no uso de cada conceito e do número total de conceitos entre as etapas pré e pós-teste; (b) *Volume*, número de relações entre conceitos, feitas em cada MC; (c) *Unidade*, presença ou ausência de submapas e, se presente, o número apresentado de submapas e (d) *Quantidade de Proposições Corretas e Equivocadas* e (e) *Coefficiente de Correspondência* de cada MC dos alunos com um MC referencial específico, avaliando as relações elaboradas (RUIZ-PRIMO, 2004; SCHAAL, 2008).

Os profissionais que participam do processo de formação dos alunos, chamados *experts* (o professor da disciplina Ciências Naturais ou Geografia de cada turma, o aluno de pós-graduação, interventor durante o andamento das atividades do estudo, e Coordenador Geral do Material didático PROBIO-EA), elaboraram o MC com o mesmo conceito central, a partir dos dois conjuntos de subconceitos, a fim de criar mapas referenciais (MCCLURE; SONAK; SUEN, 1999; SCHAAL, 2008), por tempo indeterminado. A reunião do mapa do professor com os dos dois outros profissionais, segundo diferentes abordagens, gerou dois MC referenciais específicos para cada turma.

O *Coefficiente de Correspondência* foi obtido para cada MC, confrontando os do aluno com o referencial específico por abordagem e turma. Cada relação entre conceitos recebeu um rótulo: *Conexão Equivocada* (CE), se dois conceitos são conectados no mapa do aluno e não conectados no mapa referencial; *Conexão Correta* (CC), se dois conceitos são conectados no mapa do aluno e também no mapa referencial; *Não Conexões Equivocadas* (NCE), se dois conceitos não são conectados no mapa do aluno e conectados no mapa referencial; e *Não Conexões corretas* (NCC), se dois conceitos não são conectados no mapa do aluno e não conectados no mapa referencial (SCHAAL, 2008).

$$C = \frac{((C_{Er} \times CC_{a}) + (NCE_{r} \times NCC_{a})) - ((NCC_{r} \times CE_{a}) + (CC_{r} \times NCE_{a}))}{(CP \times CE_{r})}$$

O *Coefficiente de Correspondência* é dado por:

Em que: C = *Coefficiente de Correspondência*; r = mapa referencial; a = mapa do aluno; CP = número de conexões possíveis. São obtidos valores dentro do intervalo

de 1 a -1, visto que 1 corresponde a um MC idêntico ao mapa referencial e -1 corresponde a um MC contrário.

Para obtenção dos valores de *Coefficiente de Correspondência* de cada MC, foram convertidos em matriz. Assim, linhas e colunas representam os conceitos disponíveis para a elaboração do mapa. Cada interseção corresponde a uma proposição, a qual foram atribuídos rótulos. Nos mapas referenciais do estudo, para cada proposição existente foi atribuído o rótulo “3”, e a não existência de proposição, “1”. Já para os mapas conceituais dos alunos construídos nas duas etapas de elaboração de mapas, cada proposição recebeu o valor de “1”, e a não existência de proposição, “0”. O confronto dos MC foi, então, realizado pela subtração da matriz do mapa referencial com a matriz dos mapas conceituais dos alunos. Dessa forma, a matriz resultante possui os valores de 0 a 3, em que “0” corresponde a NCE, “1” corresponde a NCC, “2” corresponde a CC; e “3” corresponde a CE. Foi considerada apenas a ligação entre conceitos, em que a ordem não importa, restando apenas metade da matriz, superestimando os acertos. O valor do *Coefficiente de Correspondência* foi obtido a partir dos valores das matrizes resultantes e é individualizado, sendo atribuído a cada MC, de cada aluno, elaborado em cada fase.

Para as análises estatísticas dos critérios CC, CE, NCC, NCE, *Volume*, *Unidade*, *Coefficiente de Correspondência* e *Uso dos Conceitos*, foram criados dois conjuntos de dados. Havendo um para cada abordagem. A fim de agregar todos os alunos sem discriminação de escola ou turma, foi utilizada a plataforma R 2.11.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010), adotando-se nível de significância de 5%.

Para testar a significância das diferenças entre as etapas pré-teste e pós-teste para os critérios CC, CE, NCC e NCE, *Volume* e *Unidade* foram conduzidos testes de qui-quadrado. No caso do critério *Coefficiente de Correspondência*, para testar a significância das diferenças entre etapas foi conduzido teste *t* bicaudal de amostras pareadas (QUINN; KEOUGH, 2002; ZAR, 2010). A análise do critério *Uso dos Conceitos* foi realizada com teste do qui-quadrado (ZAR, 2010) para testar a significância da diferença entre etapas para o mesmo conceito. Para cada abordagem foram conduzidos os testes descritos.

Adicionalmente, para identificar se houve diferença significativa entre os mapas elaborados, para cada tema, na diferença média dos valores de *Coefficiente de*

Correspondência obtidos nas etapas de pré e pós-teste, foi conduzida uma análise de variância fatorial de medidas repetidas (ZAR, 2010). O teste *Shapiro-Wilks* foi conduzido para testar a normalidade das amostras (QUINN; KEOUGH, 2002; ZAR, 2010). No caso da quebra da premissa de normalidade, foram conduzidos testes não paramétricos de amostras pareadas *Wilcoxon*, correspondente ao teste *t* bicaudal de amostras pareadas ou o teste foi conduzido segundo o ranqueamento das amostras (QUINN; KEOUGH, 2002; ZAR, 2010).

RESULTADOS

Ao fim da coleta de dados realizada, participaram do estudo duas escolas da rede de ensino público do Distrito Federal, em um total de quinze turmas. Participaram 484 alunos, dos quais 406 tiveram os MC avaliados. Foram elaborados e avaliados 1.624 MC, sendo 812 para cada abordagem.

Os MC elaborados pelos alunos foram comparados de forma a apresentar resultados acerca da compreensão do conceito central por meio de subconceitos segundo conflitos socioambientais e ações positivas. Os resultados dos testes de qui-quadrado dos critérios de CC, CE e *Volume* mostram que houve aumento significativo na etapa de pós-teste em relação ao pré-teste (CC: $X^2_{(1)} = 354,23$, $p < 0,001$; CE: $X^2_{(1)} = 21,50$, $p < 0,001$; *Volume*: $X^2_{(1)} = 374,77$, $p < 0,001$). Já para NCE foi verificada uma diminuição significativa ($X^2_{(1)} = 39,89$, $p < 0,001$) e para NCC e *Unidade*, não houve diferença significativa entre as etapas (NCC: $X^2_{(1)} = 0,31$, $p = 0,58$; *Unidade*: $Z_{(1)} = 0,16$, $p = 0,69$). O teste *t* bicaudal de amostras pareadas para *Coefficiente de Correspondência* apontou que houve aumento significativo no pós-teste em relação ao pré-teste ($Z_{(1)} = 8496,50$, $p < 0,001$). Quanto à abordagem de ações positivas, as análises estatísticas permitem concluir que houve diferença significativa entre as etapas do estudo, ao observar aumento dos valores da etapa pós-teste em relação à pré-teste para os Critérios CC, NCE, *Volume* e *Coefficiente de Correspondência* (CC: $X^2_{(1)} = 64,53$, $p < 0,001$; NCE: $X^2_{(1)} = 8,84$, $p < 0,001$; *Volume*: $X^2_{(1)} = 64,66$, $p < 0,001$; *Coefficiente de Correspondência*: $Z_{(1)} = 288890$, $p < 0,001$), mas não apontam diferença significativa entre etapas para os critérios CE, NCC e *Unidade* (CE: $X^2_{(1)} = 1,46$, $p = 0,23$; NCC: $X^2_{(1)} = 0,10$, $p = 0,84$; *Unidade*: $X^2_{(1)} = 0,07$, $p = 0,79$).

Quanto ao critério de *Uso dos Conceitos* nas duas etapas do estudo, em relação ao tema conflitos socioambientais, o teste do qui-quadrado realizado entre etapas para cada subconceito e o número total, permitiu concluir que foram usados mais subconceitos no pós-teste em relação ao pré-teste ($X^2_{(1)} = 154,96$, $p < 0,001$), e que, exceto para o subconceito “extinção” ($X^2_{(1)} = 0,79$, $p = 0,37$), foi observado aumento significativo no uso dos subconceitos na etapa pós-teste em relação ao pré-teste ao tema ações positivas, dos 13 subconceitos disponíveis, a análise estatística permite concluir que houve aumento significativo apenas para “reintrodução no meio-ambiente” ($X^2_{(1)} = 9,43$, $p < 0,001$), “geração de renda alternativa” ($X^2_{(1)} = 7,84$, $p = 0,01$), “gastronomia” ($X^2_{(1)} = 8,37$, $p < 0,001$) e “turismo ecológico” ($X^2_{(1)} = 13,20$, $p < 0,001$); assim como de todos os subconceitos tomados conjuntamente ($X^2_{(1)} = 25,68$, $p < 0,001$).

A análise de variância fatorial de medidas repetidas permite concluir que existe diferença significativa entre as médias dos coeficientes de correspondência observados para cada etapa para a abordagem de conflitos socioambientais ($F_{(1)} = 250,71$, $p < 0,001$). Adicionalmente, há variação significativa entre as médias dos coeficientes de correspondência observados para as escolas para tal abordagem ($F_{(1)} = 7,82$, $p = 0,01$), mas não entre turmas ($F_{(13)} = 1,35$, $p = 0,18$). E identificou-se variação significativa entre as médias dos Coeficientes devido à interação entre escola e etapa ($F_{(1,1)} = 6,37$, $p < 0,001$), mas não pela interação turma e etapa ($F_{(13,1)} = 1,68$, $p = 0,06$). Para o tema de ações positivas, constatou-se diferença significativa entre as médias dos coeficientes de correspondência entre etapas ($F_{(1)} = 9,14$, $p < 0,001$), mas não foi identificada outra fonte de variação significativa segundo a análise de variância fatorial de medidas repetidas.

A metodologia tradicional das escolas é mesclada à prática pontual de Educação Ambiental em que há abertura a temas de relevância. Quanto às atividades que foram desenvolvidas concomitantemente à coleta de dados, em consulta ao Diário de Classe (conteúdos, habilidades e procedimentos), observou-se que não houve conteúdo relacionado aos conceitos pertinentes à extinção de espécies. No entanto, há destaque para assuntos de interesse global, como desmatamento, efeito estufa, aquecimento global, lixo, introdução de coleta seletiva, reciclagem de materiais, e poluição ambiental, especificamente da água. Logo, vê-se que não há ênfase na

questão da extinção de espécies no cotidiano dos alunos, refletindo a pouca extensão do conceito central em sala de aula.

DISCUSSÃO

Há que se considerar o efeito do conteúdo escolar estudado pelos alunos, já que a coleta de dados foi mesclada ao cotidiano escolar e a aprendizagem relacionada não pode ser descartada. Considerando que as escolas adotam a metodologia tradicional de ensino, com o conteúdo escolar sendo norteado pelos livros didáticos, como refletido por estudos sobre o uso desse material (SILVA, 1996; DANTE, 1996), o papel deste instrumento é relevante. Os livros didáticos de Ciências e Geografia adotados pelas escolas para série escolar 6ª série/7º ano não apresentam discurso conciso acerca do par conflitos socioambientais e ações positivas e também não abordam o conceito central, corroborando estudos sobre livros didáticos do Ensino Fundamental, visto que aqueles adotados pelas escolas dificilmente tratam de assuntos acerca da temática transversal meio-ambiente, e não se identifica a estratégia da problematização da realidade (SAITO; ALMEIDA, 2006; D'ALMEIDA et al., 2011); e quando aparecem temas sobre meio ambiente, na Coleção de Ensino Fundamental (conjunto de livros elaborados para todas as séries finais desta etapa de ensino), permanecem em lugar comum e sem considerações acerca dos valores humanos circunstantes e das possibilidades concretas de ação (MARTINS; GUIMARÃES, 2002; MEGID NETO; FRACALANZA, 2003; SAITO; ALMEIDA, 2006; MALAFAIA; RODRIGUES, 2008; BONOTTO; SEMPREBONE, 2010). Quando há conceitos relacionados à resolução de conflitos, o foco é mantido em Educação Ambiental com fins à preservação ambiental para manutenção dos bens e serviços oferecidos à sociedade, em uma visão utilitarista e não sob a ótica da conservação da biodiversidade (MARTINS; GUIMARÃES, 2002).

Diante do contexto em que se encontram os alunos e o material didático que foi disponibilizado durante a coleta de dados para o estudo, seria esperado o aumento do critério CC e a diminuição de NCE na etapa pós-teste em relação ao pré-teste, o que foi verificado para as duas abordagens. Os alunos fazem parte de escolas em que a prática de Educação Ambiental, ainda que pontual, permite o contato com

a temática ambiental. Sendo o conhecimento prévio determinante no processo de aprendizagem (MOREIRA, 2000; NOVAK, 2000), somente com base nele os alunos elaboraram seu MC no pré-teste, revelando sua estrutura cognitiva sobre os conflitos socioambientais e ações positivas associados ao conceito central. Como os mapas da etapa pós-teste são elaborados após o uso do material didático, é possível verificar se houve mudanças na estrutura cognitiva anterior provocadas por ele. Considerando que os mapas produzidos pelo aluno nas duas etapas são comparados ao mesmo mapa referencial, e que o conteúdo escolar concomitante com a coleta de dados não abordou a extinção, o aumento significativo de CC junto à diminuição de NCE nas duas abordagens pode ser atribuído para as alterações provocadas pelo uso do PROBIO-EA. Assim, o material didático estaria contribuindo para a clarificação sobre os subconceitos oferecidos para compreensão do conceito central segundo as duas abordagens, favorecendo a construção de mais relações corretas e diminuindo alguns erros conceituais iniciais.

Ressalta-se que também foi observado aumento de CE no pós-teste em relação pré-teste para os Conflitos socioambientais, mas o mesmo não foi observado para a abordagem de ações positivas. Os alunos, em geral, ao elaborarem os MC na etapa pré-teste revelam também os erros de interpretação e articulação entre conceitos oriundos do processo educativo (MOREIRA, 1984; DERBENTSEVA; SAFAYENI, 2004; LIU, 2004; RUIZ-PRIMO, 2004). Observando os resultados obtidos para a abordagem de conflitos socioambientais conjuntamente, percebe-se que além do aumento de CE não houve diferenças em NCC e houve diminuição de NCE. Como NCC diz respeito àquelas relações que não existem entre os conceitos e NCE, àquelas que deveriam existir, vê-se que os alunos corrigiram seu raciocínio para algumas relações. No entanto, o aumento significativo de CE revela dificuldade em esclarecer alguns conceitos disponibilizados para a abordagem de conflitos socioambientais. Se os conceitos são utilizados nas relações entre eles e há desconhecimento ou incompreensão acerca dos mesmos, há maiores chances de incorrer em erro. Associe-se a isso a falta de uma base prévia e coesa de conhecimento e compromete-se o estabelecimento de uma visão articulada da realidade. Este cenário não é observado para abordagem de ações positivas. Não houve diferença significativa em CE e NCC e houve diminuição de NCE. Assim, quando os alunos elaboraram seus MC

na etapa pós-teste não apresentaram dificuldades para interligar os conceitos acerca das ações positivas relacionadas ao conceito central.

O critério *Unidade* diz respeito à coesão da estrutura cognitiva dos alunos, posto que se relaciona ao número de submapas criados. Caso um MC apresente mais de um submapa, infere-se um raciocínio fragmentado, resultante da falta de articulação entre conceitos acerca do mesmo tema (SCHAAL, 2008; ANOHINA; GRUNDSPENKIS, 2009). Porém, um mapa elaborado sem subdivisões reflete uma estrutura suficientemente coesa, ainda que nem todos os conceitos disponibilizados tenham sido usados. No estudo, observou-se que não houve diferença significativa entre etapas para as duas abordagens, mostrando que, apesar da contribuição positiva do PROBIO-EA quanto ao favorecimento de relações corretas entre conceitos, a deficiência do aluno em estabelecer uma visão articulada prejudica o potencial contributivo do material didático.

Outros autores, aplicando o material didático a alunos da Educação Básica, revelaram que o PROBIO-EA encoraja os alunos quanto a uma prática investigativa em relação à problematização da realidade (HENN; BASTOS, 2008; D'ALMEIDA et al., 2011; NÓBREGA et al., 2011), revelando que passam a reconhecer no material situações-problema do dia a dia. Assim, há relatos de que após a utilização do material didático, há encorajamento quanto à identificação de conflitos socioambientais e, por consequência, as ações positivas são facilmente visualizadas. A etapa pós-teste também revelou aumento significativo de *Volume* e no *Uso dos Conceitos* quanto à compreensão do conceito de extinção de espécies segundo as duas abordagens. Ou seja, aqui também se identifica a contribuição positiva do PROBIO-EA no incentivo à problematização; afinal, apesar de haver dúvidas acerca de alguns conceitos, os alunos insistiram na atividade e foram aumentando o número de conceitos usados e criando mais relações entre eles após o uso do PROBIO-EA.

Foi observado para as duas abordagens que houve aumento significativo do *Coefficiente de Correspondência* na etapa pós-teste, verificado a partir da comparação do MC do aluno com um referencial. Assim, considerando que não houve interferência de conteúdo escolar relacionado durante o período de coleta, infere-se que a falta de familiaridade é compensada pela introdução pontual de conceitos a partir da problematização propiciada pelo material didático, já que, no pós-teste, os

alunos passaram a efetivar MC mais coerentes com aqueles elaborados pelos *experts*. Pode-se afirmar que o uso das lâminas de ações positivas associadas aos seus pares respectivos de conflitos socioambientais propiciou a visão unificada proposta pelo material didático quanto à extinção de espécies, superando as dificuldades apresentadas por outros resultados.

A apresentação da temática ambiental aos alunos, pelo professor, dentro da escola, ainda que não seja com ênfase na extinção de espécies, parece produzir efeito sobre os resultados. A análise de variância fatorial de medidas repetidas mostrou que a diferença significativa observada entre as etapas para abordagem de conflitos socioambientais sofre efeito da Escola, ou seja, o *Coefficiente de Correspondência* varia diferentemente em cada uma. Apesar de a Educação Ambiental não ser consolidada no ensino das escolas, a presença do tema meio ambiente pode ser determinante para a elaboração das relações entre conceitos, fazendo com que os alunos respondam diferentemente aos estímulos do material didático. Pode ocorrer, a depender da escola, preferência diferenciada dos seus alunos por subconceitos presentes nas listas, fazendo com que haja interferência nos critérios avaliados, provocando a variação observada. Apesar da influência significativa da escola na variação do *Coefficiente de Correspondência*, quando tomados todos os alunos em um único conjunto e a variação dependente de escola separada, os mapas produzidos após o uso do PROBIO-EA foram mais semelhantes aos dos *experts*, permitindo inferir que também há contribuição positiva do material didático, já que, além do professor, os mapas referenciais contam com conhecimento de profissionais que representam o conhecimento repassado pelo PROBIO-EA.

Quanto aos os resultados observados acerca do critério de *Uso dos Conceitos*, destaca-se que há diferenças entre etapas para a maioria dos subconceitos da abordagem de conflitos socioambientais, mostrando que apesar das dificuldades discutidas anteriormente, os alunos tentaram utilizá-los, estimulados pela problematização da realidade provocada pelo uso do PROBIO-EA. Quanto à abordagem de ações positivas, a provocação do PROBIO-EA parece se confirmar, visto que os subconceitos que apareceram mais no pós-teste foram reintrodução de espécies nativas, geração de renda alternativa, gastronomia e turismo Ecológico e estão presentes em muitas lâminas do material didático e não no conteúdo escolar.

Pode-se levantar o questionamento quanto à seleção de pares de lâminas específicas dos biomas brasileiros, que acabou influenciando a criação de relações entre conceitos dos alunos. No entanto, as lâminas sobre esse tema apresentam relatos de problemas socioambientais que desencadeiam a identificação das relações com os outros temas do material didático. Como foi elaborado para que fosse possível identificar as regularidades e transformações dos processos entre diferentes escalas (SAITO; BASTOS; ABEGG, 2008), a situação de extinção de espécies pode ser identificada em diferentes lâminas. Além disso, durante a intervenção do material em sala, os alunos disponibilizaram o conteúdo das demais lâminas aos colegas, quando convidados a mostrar para a turma as relações semelhantes que aparecem no restante do material, que foi criado acerca da mesma temática, conservação da biodiversidade.

Quanto ao número de oportunidades para a produção de MC, a elaboração de um único MC não proporciona ao elaborador melhoria cognitiva devido ao fato da elaboração em si (PEARSALL; SKIPPER; MINTZES, 1997; RICE; RYAN; SAMSON, 1998; SILVA JÚNIOR; ROMANO JÚNIOR; CORREIA, 2010). O treinamento aperfeiçoa a técnica de elaboração, até que a técnica seja capaz de produzir efeito sobre a compreensão do assunto em estudo ou até o momento em que o conhecimento impõe o limite ((PEARSALL; SKIPPER; MINTZES, 1997; RICE; RYAN; SAMSON, 1998; SILVA JÚNIOR; ROMANO JÚNIOR; CORREIA, 2010). A melhoria da compreensão de um assunto, devido à intervenção da técnica de elaboração de MC, efetiva-se a partir da proficiência na elaboração e no aperfeiçoamento de um mesmo mapa, ou seja, quando há treinamento para desenvolvimento da habilidade e quando há um mapa, depois de elaborado, é utilizado em outros momentos para correção e/ou reelaboração.

Durante a coleta de dados, os MC não foram devolvidos aos alunos para aperfeiçoamento, sendo o pós-teste elaborado desde a (re)escolha dos conceitos. Assim, o aperfeiçoamento de um mesmo mapa a partir de um momento prévio não se concretizou e a nova estrutura cognitiva foi impressa no papel sem prévias interferências da técnica a cada elaboração. No intuito da verificação de aprendizagem significativa, o que não foi o objetivo deste estudo, a construção de novo mapa a partir de um prévio seria adequada; no entanto, esta tarefa exige tempo

maior para elaboração. Além disso, aulas de 45-50 minutos não são suficientes para tal atividade e não foram disponibilizadas aulas suficientes para tal objetivo no período escolar.

Outros fatores de relevância que devem ser considerados são os efeitos acerca do uso pontual do material didático pelos alunos. Para este estudo, foram observadas diferenças significativas nos MC após uma intervenção do material didático, expondo o potencial dialógico-problematizador do PROBIO-EA. Em estudos conduzidos em praça pública, em ambiente não formal, foram montadas exposições itinerantes com o material didático em sete cidades brasileiras, sendo uma em cada bioma contemplado pelo PROBIO-EA. O material foi exposto por um ou dois dias por meio de *banners*, e os visitantes foram submetidos à aplicação de questionários para avaliar o grau de adequação e aplicabilidade do material didático à realidade local. Foram observados resultados positivos para o estudo quanto ao reconhecimento de situações-problema, confirmando o potencial dialógico-problematizador do PROBIO-EA em ambiente informal. Assim, vê-se que a exposição dos alunos por período curto também pode refletir a contribuição do material didático. Todavia, o uso contínuo pode ser aplicado com outros objetivos.

CONCLUSÃO

O estudo revelou que a valorização da Educação Ambiental no projeto pedagógico da Escola pode influenciar a compreensão dos alunos acerca de um conceito ecológico. A variação significativa entre fases encontrada no *Coefficiente de Correspondência* mostra o impacto provocado sobre a compreensão dos alunos e assegura a importância da implementação de políticas que promovam a discussão acerca da temática ambiental no ambiente escolar. Além disso, os materiais didáticos como o PROBIO-EA podem ser excelentes viabilizadores da diversificação das metodologias praticadas em sala de aula, pondo em prática o pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas preconizado pela Política Nacional de Educação Ambiental e pesquisadores acadêmicos (BRASIL, 1999; LABURÚ et al., 2003). Quando fundamentados em teorias-guia bem fundamentadas, elaborados segundo metodologias diferenciadas e pensadas para o momento da sala de aula, esses materiais didáticos podem oferecer resultados significativos como os apresentados.

Quanto aos mapas conceituais, estes se revelaram instrumentos adequados tanto para representação do conhecimento como para desenvolvimento do aprendizado, visto que dentro dos limites impostos pelo conhecimento adquirido pelo aluno, observou-se, também, melhoria da compreensão de um assunto devido à própria intervenção da técnica de elaboração de MC, que expressa uma crescente proficiência na elaboração e no aperfeiçoamento de um mesmo mapa, ou seja, o treinamento para desenvolvimento da habilidade e a elaboração em si de um MC exige um esforço cognitivo que desenvolve o pensamento.

Finalmente, observou-se que o material didático PROBIO-EA pode ser um instrumento favorável à mediação entre alunos e professores quanto à compreensão de conceitos ecológicos, não pelos conceitos trazidos de forma direta e imediata, mas também pelo seu potencial em se desdobrar em novas buscas e articulações de conceitos secundários. Isso porque, usualmente, quando o conceito extinção de espécies se faz presente, não há ênfase nas relações entre os conceitos, e finda-se em si mesmo, não sendo relacionadas causas, consequências e ações em andamento ou possíveis de serem concretizadas, ao passo que o material didático PROBIO-EA permita recontextualizar e sedimentar conceitos a partir das discussões previstas pelo seu caráter dialógico-problematizador, fazendo com que os subconceitos que compõem as listas de conflitos socioambientais e ações positivas que usualmente não façam parte do cotidiano escolar possam emergir e se incorporar no universo cognitivo do aluno.

REFERÊNCIAS

ANOHINA, A.; GRUNDSPENKIS, J. Scoring Concept Maps: An Overview. In: International Conference on Computer Systems and Technologies, 2009, Ruse, Bulgaria. In: RACHEV, B. E SMRIKAROV, A. RUSE. **Proceedings of the International Conference on Computer Systems and Technologies**. Bulgaria: ACM, 2009. p. 1-06. Disponível em: <<http://stpk.cs.rtu.lv/sites/all/files/stpk/all/IV.8.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

BARMAN, C. R.; MAYER, D. A. An Analysis of High School Students Concepts & Textbooks Presentations of Food Chains & Food Webs. **The American Biology**

Teacher, v. 56, n. 3, p. 160-163, 1994. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/4449780.pdf?acceptTC=true>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

BONOTTO, D. M. B.; SEMPREBONE, A. Educação Ambiental e Educação em Valores em Livros Didáticos de Ciências Naturais. **Ciência e Educação**, v. 16, n. 1, p. 131-148, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v16n1/v16n1a08.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

BOUJAOUDE, S.; ATTIEH, M. The Effect of Using Concept Maps as Study Tools on Achievement in Chemistry. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 4, n. 3, p. 233-246, 2008. Disponível em: <http://ejmste.com/v4n3/EURASIA_v4n3_BouJaoude.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2014.

BRANDO, F. da R.; CAVASSAN, O.; CALDEIRA, A. M. de A. A formação de conceitos no Ensino de Biologia e Química. In: Caldeira, A. M. de A. (Ed.). **Ensino de Ciências e Matemática II: temas sobre formação de conceitos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. p. 13-31.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 15 dez. 2014.

_____. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm>. Acesso em: 30 mar. 2014.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. _____. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: Meio Ambiente**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRISCOE, C.; LAMASTER, S. U. Meaningful Learning in College Biology Through Concept Mapping. **The American Biology Teacher**, v. 53, n. 4, p. 214-219, 1991. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/4449272.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

CARO, T. M.; PELKEY, N.; GRIGIONE, M. Effects of Conservation Biology Education on Attitudes Toward Nature. **Conservation Biology**, v. 8, n. 3, p. 846-852, 1994. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/2386526.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

CICILLINI, G. A. Ensino de Biologia: O Livro Didático e a Prática pedagógica dos Professores no Ensino Médio. **Ensino em Re-vista**, v. 6, n. 1, p. 29-37, 1998. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/download/7834/4941>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

CONFERÊNCIA das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento. 1992. **Biblioteca Virtual de Direitos Humanos – USP**. Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Table/Agenda-21-RIO-92-ou-ECO-92/>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

CORREIA, P. R. M.; INFANTE-MALACHIAS, M. E.; GODOY, C. E. C. From Theory to practice: The Foundations for Training Students to Make Collaborative Concept Maps. In: CAÑAS, A. J. et al. (Ed.). International Conference on Concept Mapping, III. 2008, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland. **Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping**. Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland: [s. n.], 2008. p. 414-421. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/cmc2008papers/cmc2008-p146.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

D'ALMEIDA, M. L. et al. Utilização do Material Didático do PROBIO-EA em Disciplina de Geografia do Ensino Fundamental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 27, p. 139-152, 2011. Disponível em: <<http://www.seer.furg.br/remea/article/view/3233/1920>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

DANTE, L. R. Livro Didático de Matemática: Uso ou Abuso? **Em Aberto**, v. 16, n. 69, p. 83-90, 1996. Disponível em: <<http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/1040/942>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

DERBENTSEVA, N.; SAFAYENI, F. Experiments on the Effects of Map Structure and Concept Quantification during Concept Map Construction. In: CAÑAS, A. J. et al. (Ed.). International Conference on Concept Mapping, I. 2004, Pamplona, Espanha. **Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping**. Pamplona, Espanha: [s. n.], 2004. p. 209-216.

DINIZ, E. M.; TOMAZELLO, M. G. O Tema Biodiversidade em Livros Didáticos de Ciências do Ensino Fundamental. **Comunicações**: Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Metodista de Piracicaba, v. 13, n. 1, p. 87-98, 2006. Disponível em: <<https://www.metodista.br/revistas/revistasunimep/index.php/comunicacao/article/view/965/495>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Educação. **Orientações Curriculares**: Ensino Fundamental – Séries e Anos Finais. Brasília: GDF, 2009.

GIBSON, D. J. Textbook Misconceptions: The Climax Concept of Sucession. **The American Biology Teacher**, v. 58, n. 3, p. 135-140, 1996.

HENN, R.; BASTOS, F. da P. Desafios ambientais na Educação Infantil. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 20, p. 329-349, 2008. Disponível em: <<http://www.seer.furg.br/remea/article/view/3853/2297>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

KAYA, O. N. A Student-centred Approach: Assessing the Changes in Prospective Science Teachers' Conceptual Understanding by Concept Mapping in a General Chemistry Laboratory. **Research in Science Education**, v. 38, p. 91-110, 2008.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. de M.; NARDI, R. Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. **Ciência e Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/07.pdf>>. Acesso em: 15 dez 2014.

LAJOLO, M. Livro Didático: um (quase) Manual de Usuário. **Em Aberto**, v. 16, n. 69, p. 3-9, 1996. Disponível em: <<http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/1033/935>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

LIU, X. Using Concept Mapping for Assessing and Promoting Relational Conceptual Change in Science. **International Journal of Science Education**, v. 88, p. 373-396, 2004.

MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A. S. de L. Uma Reflexão sobre o Ensino de Ciências no Nível Fundamental da Educação. **Ciência e Ensino**, v. 2, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/181/140>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

MARTINS, E. de F.; GUIMARÃES, G. M. A. As Concepções de Natureza nos Livros Didáticos de Ciências. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 2, p. 93-106, 2002. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/50/81>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

MCCLURE, J. R.; SONAK, B.; SUEN, H. K. Concept Map Assessment of Classroom Learning: Reliability, Validity and Logistical Practicality. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 44, p. 475-492, 1999. Disponível em: <<http://suen.ed.psu.edu/~hsuen/pubs/conceptmap99.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O Livro Didático de Ciências: Problemas e Soluções. **Ciência e Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/01.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa Crítica. In: ATAS DO ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3., Lisboa, Portugal: [s. n.], 2000. p. 33-45. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/apsig-critport.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

_____. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. 1997. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

_____. O Mapa Conceitual como Instrumento de Avaliação da Aprendizagem. **Educação e Seleção**, v. 10, p. 17-34, 1984. Disponível em: <<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/es/artigos/69.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

MUNSON, B. H. Ecological misconceptions. **Journal of Environmental Education**, v. 25, n. 4, p. 30-34, 1994.

NARDIN, A. C.; BASTOS, F. da P. Limites e Potencialidade dos Materiais EAPROBIO como Tecnologia Educacional Livre. **Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient.**, v. 24, jan./jul. 2010. Disponível em: <<http://www.seer.furg.br/remea/article/view/3913/2339>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

NATHAN, N. Text Concept Mapping: The Contribution of Mapping Characteristics to Learning From Texts. In: CAÑAS, A. J. et al. (Ed.). International Conference on Concept Mapping, I. 2004, Pamplona, Espanha. **Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping**. Pamplona, Espanha: [s. n.], 2004.

p. 279-281. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-204.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

NÓBREGA, M. das D. et al. Reelaboração de Portfólios para Análise de Conflitos Socioambientais Locais Baseado no Material Didático PROBIO-EA. In: REUNIÃO BIENAL DA RED POP, 12., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: 2011. p. 1-10.

NOVAK, J. D. Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. In: ATAS DO ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3., Lisboa, Portugal: [s. n.], 2000. p. 548-571. Disponível em: <http://cursa.ihmc.us/rid%3D1182801980328_495102674_6309/SciEduc_2002_86_548.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2014.

_____.; CAÑAS, A. J. **The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them**. Institute for Human and Machine Cognition. Florida: IHMC CMap Tools, 2008. Disponível em: <<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMapsHQ.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

NUNES, P. das S.; CAVASSAN, O. As Concepções Históricas de Sucessão Ecológica e os Livros Didáticos. **Filosofia e História da Biologia**, v. 6, n. 1, p. 87-104, 2011. Disponível em: <<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-06-1/FHB-6-1-06.html>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

PEARSALL, N. R.; SKIPPER, J. E. J.; MINTZES, J. J. Knowledge Restructuring in the Life Sciences: A Longitudinal Study of Conceptual Change in Biology. **Science Education**, v. 81, n. 2, p. 193-215, 1997. Disponível em: <[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199704\)81:2%3C193::AID-SCE5%3E3.0.CO;2-A/pdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1098-237X(199704)81:2%3C193::AID-SCE5%3E3.0.CO;2-A/pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2014.

QUINN, G. P.; KEOUGH, M. J. **Experimental Design and Data Analysis for Biologists**. New York: Cambridge, 2002.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Versão 2.11.1. Viena, Áustria: R Foundation for Statistical Computing, 2010.

REINER, M.; EILAM, B. Conceptual Classroom Environment - A System View of Learning. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 6, p. 551-568, 2001. Disponível em: <http://edu.technion.ac.il/haptech/publications/Publications_files/conceptual%20classroom%20environment.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2014.

RICE, I. C.; RYAN, J. M.; SAMSON, S. M. Using Concept Maps to Assess Student Learning in the Science Classroom: Must Different Methods Compete? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 35, n. 10, p. 1103-1127, 1998. Disponível em: <http://www.clab.edc.uoc.gr/hy302/papers/concept_map%20assessment.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2014.

RUIZ-PRIMO, M. A. Examining Concept Maps as an Assessment Tool. In: CAÑAS, A. J. et al. (Ed.) International Conference on Concept Mapping, I. 2004, Pamplona, Espanha. **Proceedings of the I International Conference on Concept Mapping**. Pamplona, Espanha: [s. n.], 2004. p. 555-562. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-036.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

SAITO, C. H. Política Nacional de Educação Ambiental e a Construção da Cidadania: Desafios Contemporâneos. In: RUSCHEINSKY, A. (Ed.). **Educação Ambiental: Abordagens Múltiplas**. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 47-60.

_____. **PROBIO Educação Ambiental**: Livro do Professor. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/livroprofes-suer.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2014.

_____.; ALMEIDA, L. E. Conservação da Biodiversidade e a Valorização do Componente Educacional. **Floresta e Ambiente**, v. 13, n. 2, p. 66-74, 2006.

_____.; BASTOS, F. da P.; ABEGG, I. Teorias-guia Educacionais da Produção dos Materiais Didáticos para a Transversalidade Curricular do Meio Ambiente do MMA. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 45, n. 2, p. 1-10, 2008. ISSN 1681-5653.

SCHAAL, S. Concept Mapping in Science Education Assessment: An Approach to Computer-Supported Achievement Tests in an Interdisciplinary Hypermedia Learning Environment. In: CAÑAS, A. J. et al. (Ed.). International Conference on

Concept Mapping, III. 2008, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland. **Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping**. Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland: [s. n.], 2008. p. 228-235. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/cmc2008papers/cmc2008-p023.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

SILVA, E. T. Livro Didático: do Ritual de Passagem à Ultrapassagem. Em Aberto, v. 16, n. 69, p. 11-15, 1996. Disponível em: <<http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/1034/936>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

SILVA JÚNIOR, S. N.; ROMANO JÚNIOR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Structural Analysis of Concept Maps to Evaluate the Student's Proficiency as Mappers. In: CAÑAS, A. J. et al. (Ed.). International Conference on Concept Mapping, IV. 2010, Viña del Mar, Chile. **Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping**. Viña del Mar, Chile: [s. n.], 2010. p. 369-376. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/cmc2010papers/cmc2010-b14.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

TRATADO de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e de Responsabilidade Global. 1992. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/tratado.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

TROMBULAK, S. C. et al. Principles of Conservation Biology: Recommended Guidelines for Conservation Literacy from the Education Committee of the Society for Conservation Biology. **Conservation Biology**, v. 18, n. 5, p. 1180-1190, 2004. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1523-1739.2004.01851.x/pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

UNESCO/UNEP. **Tbilisi Intergovernmental Conference on Environmental Education**. Paris (França): UNESCO, 1978. Disponível em: <http://www.gdrc.org/uem/ee/EE-Tbilisi_1977.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2014.

WEBB, P.; BOLTT, G. Food chain to food web: A natural progression? **Journal of Biological Education**, v. 24, n. 3, p. 187-190, 1990.

WILLIAMS, C. G. Using Concept Maps to Assess Conceptual Knowledge of Function. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 29, n. 4, p. 414-421, 1998. ISSN 0021-8251. Disponível em: <http://math.coe.uga.edu/Olive/EMAT6990Sp10/JRME1998-Concept_Maps.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2014.

YEH, Y. C. Seventh Graders' Academic Achievement, Creativity, and Ability to Construct a Cross-domain Concept Map - A Brain Function Perspective. **Journal of Creative Behavior**, v. 38, n. 2, p. 125-144, 2004.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 5. ed. New Jersey: Pearson, 2010.

Submetido em: 19/11/2014

Aprovado em: 18/12/2014